

प्रयोगातून विज्ञान



मूळ लेखिका : सुसान बोसॅक

साहाय्यक : डग्लस बोसॅक आणि ब्रायन पुप्पा

स्वैर रूपांतर : माधुरी शानभाग



5/6EXPERIMENTS
BOS
E01540

प्रयोगातून विज्ञान

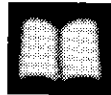
मूळ लेखिका
सुसान बोसॅक

साहाय्यक
डग्लस बोसॅक
ब्रायन पुप्पा

स्वैर रूपांतर
माधुरी शानभाग



राजहंस प्रकाशन
आणि



स्कॉलॅस्टिक इंडिया (प्रायव्हेट) लि.
यांच्या संयुक्त विद्यमाने

प्रयोगातून विज्ञान
मूळ लेखिका : सुसान बोसॅक साहाय्यक : डग्लस बोसॅक आणि ब्रायन पुप्पा
स्वैर रूपांतर : माधुरी शानभाग

SCIENCE IS...
by : Susan Bosak with : Douglas Bosak, Brian Puppa

मूळ इंग्रजी पुस्तकाचे प्रकाशक : स्कॉलॅस्टिक इंडिया (प्रायव्हेट) लि.,
२९ उद्योग विहार, फेज १, गुरगाव १२२ ०१६



राजहंस प्रकाशन
आणि



स्कॉलॅस्टिक इंडिया (प्रायव्हेट) लि.
यांच्या संयुक्त विद्यमाने

राजहंस प्रकाशन, १०२५, सदाशिव पेठ, पुणे ४११ ०३०.
फोन - (०२०) २४४७३४५९.
E-mail : rajhans1@pn2.vsnl.net.in

मुद्रक : रोहन एंटरप्रायजेस
१६/२, 'स्वोजस' सहवास सोसायटी, कर्वेनगर, पुणे ४११ ०५२

अक्षरजुळणी : रेखा ढोले
प्रिंट लिंक, ७६९/५, शिवाजीनगर, पुणे ४११ ००४

मुखपृष्ठ : सतीश देशपांडे

आतील चित्रे : सतीश देशपांडे, गिरीश सहस्रबुद्धे, मधुरा आपटे

आवृत्ती पहिली : मे २००६

ISBN 81-7434-353-9

किंमत : २५० रुपये

प्रकाशकाचे मनोगत

आता आगामी काळ हा विज्ञानाच्या दृष्टीने, 'सावध! ऐका पुढल्या हाका!' असा इशारा देणारा असणार आहे. यामागचे एक कारण म्हणजे सहजपणे वैज्ञानिक सुखसोयी वापरताना त्याच्या अंतरंगाविषयी असलेली सर्वसाधारण अनास्था. यापुढच्या काळात मात्र विज्ञानाचा अतिवापर किंवा दुरुपयोग केला, तर होणाऱ्या दुष्परिणामांबाबत काळजी न घेणे परवडण्यासारखे नाही.

त्यामुळेच मुलामुलीना लहानपणापासून विज्ञानाची गोडी लागावी; मोठेपणी आपापल्या निवडलेल्या क्षेत्रात या वैज्ञानिक दृष्टीचा त्यांना उपयोग व्हावा या दृष्टीने, करा-पाहा-बोला-करा-पाहा अशा चक्राकार गतीने मुलांमध्ये विज्ञानाच्या अभ्यासासाठी मानसिक शिस्त रुजविणारे हे पुस्तक केवळ मुलांसाठी नव्हे, तर शिक्षक आणि पालकांसाठीही उपयुक्त आहे.

अदभुतरम्य वाटणारी वैज्ञानिक सत्ये छोट्या-छोट्या प्रयोगांतून, कृतींतून वाचकांना समजावत नेताना विज्ञानाच्या वेगवेगळ्या शाखांमधल्या मूलभूत संकल्पनाही सहजपणे हे पुस्तक उलगडवत नेते.

मुले-शिक्षक-पालक अशा सर्वांना उपयुक्त ठरणारे असे हे पुस्तक 'स्कॉलॅस्टिक' या मूळ अमेरिकास्थित प्रकाशन संस्थेने प्रकाशित केले. निव्वळ मुलांच्या विषयातल्या पुस्तकांवर काम करणारी ही जगातली एक नामवंत संस्था असून न्यूयॉर्क, टोरंटो, लंडन, ऑकलंड, सिडनी, मेक्सिको सिटी, हॉगकाँग, ब्यूनॉएअर्स आणि भारतात नवी दिल्ली इथे तिची कार्यालये आहेत.

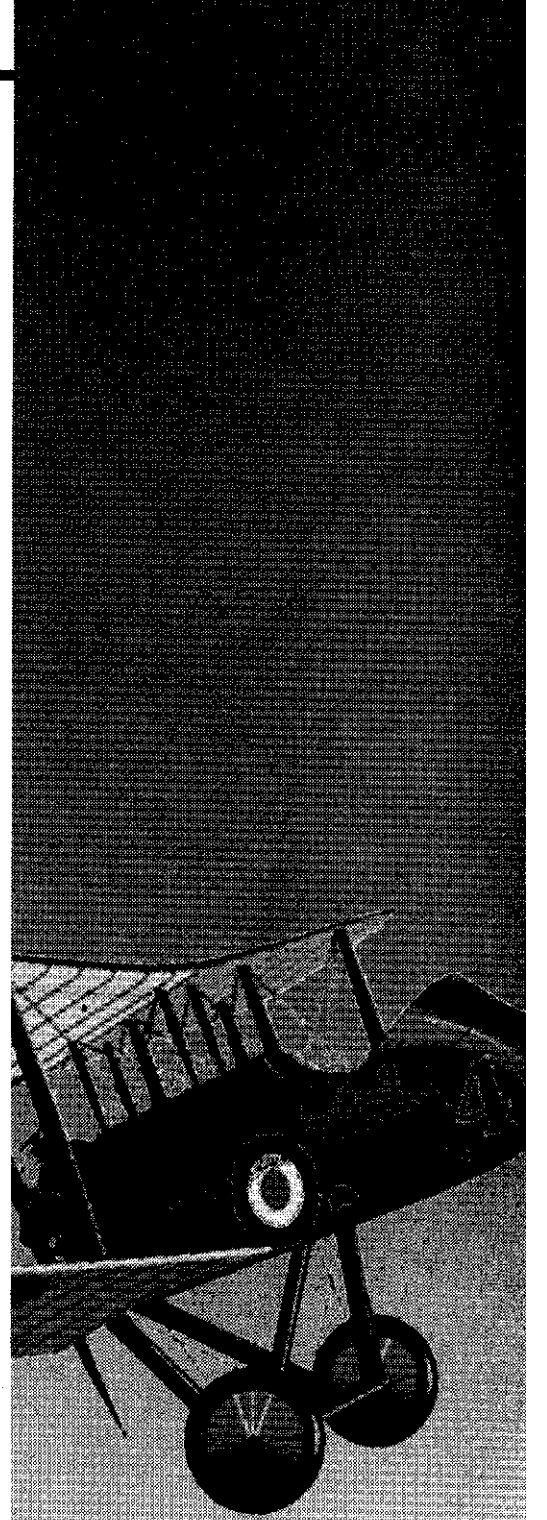
या पुस्तकाचे जगभरात अनेक भाषांमध्ये भावानुवाद झाले आहेत. मराठी मुलांसाठीही हे पुस्तक ज्ञानोपासना ठरेल, हे जाणून 'स्कॉलॅस्टिक इंडिया (प्रायव्हेट) लि.'चे अरविंदकुमार आणि अरुंधती देवस्थळे यांनी 'राजहंस प्रकाशना'बरोबर हा संयुक्त प्रकल्प आखला.

हा प्रकल्प आज अंतिम स्वरूपात वाचकांसमोर सादर करताना विशेष आभार मानायला हवे ते कै. गजानन क्षीरसागर यांचे! सुरुवातीलाच हस्तलिखित वाचून, त्याची विभागवार रचना करण्याच्या कामात त्यांनी बहुमोलाचे सहकार्य केले होते.

मुद्रणप्रत तयार झाल्यावर ती बारकाईने वाचून या पुस्तकाचा नेमका वाचकवर्ग ओळखून त्यासाठी चित्रांत आणि मजकुरात योग्य ते बदल करण्याच्या कामात सुश्रुत कुलकर्णी यांची मोठीच मदत झाली.

या दोघांचे मनःपूर्वक आभार!

विज्ञानाची भीती घालवणारा, उलट त्याबद्दल विलक्षण आवड निर्माण करणारा 'स्कॉलॅस्टिक-राजहंस'चा विद्यार्थी-शिक्षक-पालकांसाठीचा हा खास नजराणा!



मुलांना लहानपणापासून विज्ञानाची गोडी लागावी असे सर्व पालकांना, शिक्षकांना नेहमीच वाटत असते. पण हे साध्य करण्यासाठी सुरुवात कोटून करावी, समजत नाही. शाळेमध्ये दहावी इयत्तेपर्यंत मुले विज्ञान हा विषय शिकतात. सूत्रे, समीकरणे, नियम, गृहीतके, गणिताचा वापर इत्यादीमुळे बहुसंख्य मुलांना विज्ञानाची नावडच उत्पन्न होते, ते कठीण वाटते. हे सर्व टाळून प्रत्यक्ष प्रयोग करून मुलांना विज्ञान समजले, त्यांनी स्वतः निरीक्षणे नोंदवून मग त्यामागच्या शास्त्रीय संकल्पना समजावून घेतल्या, तर विज्ञानाची भीती न वाटता त्यांना गंमतच वाटेल. कोणत्याही वस्तूकडे, घटनेकडे, समस्येकडे विज्ञाननिष्ठ दृष्टीने पाहायची सवय त्यांच्यामध्ये रुजेल. एकविसाव्या शतकातील प्रगत, उद्यमशील नागरिक बनण्यासाठी असा दृष्टिकोन आवश्यक आहे. या पुस्तकाचा हेतू मुलांमध्ये वैज्ञानिक दृष्टी निर्माण व्हावी, जे काही क्षेत्र ती पुढे निवडतील त्यामध्ये वावरताना त्यांनी या वैज्ञानिक दृष्टीचा उपयोग करावा, असा आहे.

आजच्या काळात लहान-थोर, शहरी-ग्रामीण, स्त्री-पुरुष या सर्वांना विज्ञानशिक्षित असणे गरजेचे आहे. मानवाने जी प्रगती साधली आहे, ती मुख्यत्वे विज्ञानाच्या पायावर आधारित आहे. जितक्या सहजपणे आपण वैज्ञानिक सुखसोयी व साधने वापरतो, तेवढीच त्यांच्या अंतरंगाविषयी अनास्था दाखवतो. यापुढच्या काळात मात्र असे अनभिज्ञ राहून चालणार नाही. विज्ञानाचा अतिवापर किंवा दुरुपयोग केला, तर जे दुष्परिणाम होतात त्याबद्दल प्रत्येकाने यापुढे काळजी घ्यायला हवी. विज्ञानशिक्षित झाले, तर चांगल्या बाजूचा उपयोग करताना विज्ञानाचा चुकीचा वापर होत नाही याचे आपल्याला भान राहिल (पर्यावरण, प्रदूषण, जंगलतोड, नाहीसे होणारे पाणीसाठे इ.). विज्ञानाच्या अभ्यासासाठी जी मानसिक शिस्त लागते, ती लहान वयातच रुजवली, तर मुलांमध्ये जागरूकता निर्माण होईल. हे समाजाच्या, देशाच्या व मानवजातीच्याच दृष्टीने महत्त्वाचे ठरेल.

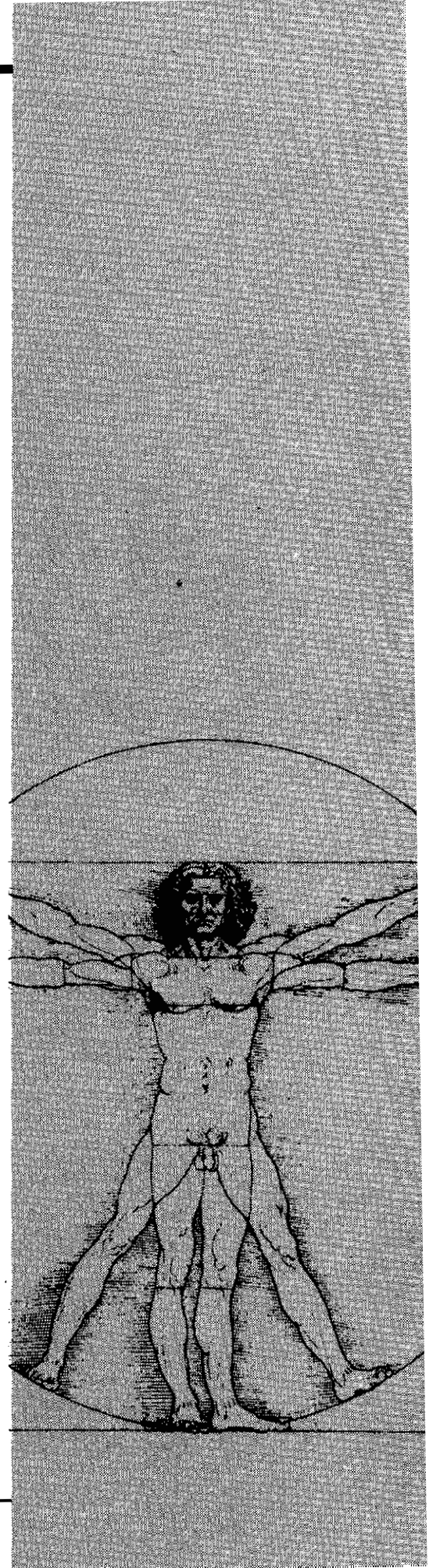
शाळेमध्ये मुलांना सांगितले-ऐकले या पद्धतीने विज्ञान शिकवले जाते. पण त्याबरोबरच प्रत्यक्ष प्रयोगांतून त्यांना विज्ञान पोचवले गेले, तर निरीक्षणे करून विज्ञान त्यांच्या मनामध्ये पक्के रुजवले जाईल. प्रत्यक्षात मुलांना आसपासच्या वस्तूंबद्दल, घटनांबद्दल जबरदस्त कुतूहल असते. त्यांच्या सततच्या प्रश्नांना उत्तरे देणे पालकांना आणि शिक्षकांना कठीण जाते. प्रश्नांना उत्तरे देण्यापेक्षा ती उत्तरे त्यांना स्वतःच शोधायला मदत केली, मुलांना विचार करायला प्रेरित केले तर ते त्यांच्या विकासाच्या दृष्टीने महत्त्वाचे ठरेल. प्रत्येक लहान मुलामध्ये आसपासचे जाणून घ्यायची संशोधक वृत्ती असते. आणि प्रत्येक संशोधकामध्ये काहीही पूर्वग्रह न ठेवता विचार करायची, जाणून घ्यायची लहान मुलाची वृत्ती असते. मुलांमध्ये जे नैसर्गिक कुतूहल असते, तेच मोठेपणी व्यावसायिक दृष्टीने संशोधक वापरत असतात. शाळेमध्ये सूत्रे, समीकरणे, गणितीय संकल्पना यांच्यामध्ये गुरफटलेले विज्ञान मुलांसमोर येते आणि ही उत्सुकता संपून जाते. फारच थोडी मुले हा अडथळा पार करून विज्ञानाच्या मूलभूत रूपाकडे वळतात. या पुस्तकामध्ये विज्ञानाचा रुक्ष भाग टाळून प्रत्यक्ष प्रयोगाद्वारे मुलांना विज्ञानाच्या विविध शाखांमधील मूलभूत (बेसिक) कल्पना समजाव्यात, यासाठी प्रयत्न केले आहेत.

विज्ञान समजून घेण्यासाठी वयाचे बंधन असू नये. जरी हे पुस्तक आठ ते

पंधरा वर्षे या वयोगटासाठी असले, तरी विज्ञानापासून चार हात लांब राहणाऱ्या प्रौढांनाही समजायला सोपे जाईल. विज्ञानाची जुजबी तोंडओळखही नसलेल्या व्यक्तींनाही विज्ञानशिक्षित होण्यासाठी हे पुस्तक उपयुक्त ठरेल.

विज्ञानाचे प्राथमिक ज्ञान घेण्यासाठी, विशेषतः प्रयोगशाळेतून प्रत्यक्ष प्रयोगाद्वारे घेण्यासाठी फार खर्च येतो, मोठमोठ्या प्रयोगशाळा लागतात, फार मोठ्या बुद्धिमत्तेची गरज असते, असे मुळीच नाही. आपले घर, परिसर, शाळा यांमध्ये आढळणाऱ्या लहान-सहान वस्तूंच्या साहाय्याने या पुस्तकातील प्रयोग करता येतील. यातील प्रयोगांचे साहित्य घरात असलेल्या, बाजारात सहजपणे मिळू शकणाऱ्या स्वस्त अशा वस्तू आहेत. कागद, पेन्सिली, कात्री, चिकटपट्ट्या, पेले, रंगीत खडू, दोऱ्या, नाणी, साधे भिंग इत्यादींचा समावेश त्यामध्ये आहे. लहानशा पेटीमध्ये खेळणी ठेवतो, तसे हे साहित्य ठेवून सर्वत्र नेता येईल.

आजकाल आईवडील दोघेही आपापल्या व्यापात गुंतलेले असल्यामुळे मुलांसाठी फारच थोडा वेळ देऊ शकतात. मुलांचा मानसिक विकास, आईवडील किती वेळ देतात, यापेक्षा कसा वेळ देतात, यावर अवलंबून असतो. या पुस्तकातील प्रयोग मुलांबरोबर पालकांनी एकत्रित केले, तर मुलांना विज्ञानाचे संस्कार मिळतील आणि पालक मुलांना दर्जेदार, गुणात्मक वेळ (क्वालिटी टाइम) देऊ शकतील. पुस्तकामध्ये काही झटपट प्रयोग आहेत तर, काही अधिक वेळ करायचे आहेत. काही एकमेकांत गुंतलेले काही दिवस घेऊन पूर्ण करायचे प्रकल्प आहेत. पालक किती वेळ काढू शकतात, त्यावर वेळोवेळी तो तो भाग उघडून त्यातील प्रयोग मुलांसमवेत करू शकतील. आजकाल सर्व शाळांमधून जिल्हास्तरीय, राज्यस्तरीय विज्ञानप्रदर्शने भरवली जातात. त्यांमध्ये मुलांना प्रात्यक्षिकासह प्रयोग सादर करण्यासाठी उद्युक्त केले जाते. शिक्षकांनी व पालकांनी मुलांचे गट करून यातील प्रयोग त्या त्या वयानुसार मुलांकडून करून घ्यावेत आणि त्यांना इतर मुलांना समजावून सांगण्यासाठी प्रेरित करावे. मुलांना असे शिक्षक होणे वा 'मोठे होणे' अतिशय आवडते. जेव्हा शिक्षक, पालक त्यांना दोन पावले पुढे जाण्यासाठी उद्युक्त करतात, तेव्हा पुढची दहा पावले आपणहून चालायची प्रेरणा त्यांना मिळते. त्यांचा उत्साह, श्रम करायची ताकद अमर्याद असते, हा अनुभव प्रत्येक शिक्षकाला केव्हा ना केव्हातरी येतोच. फक्त माहिती पुरवणे हा या पुस्तकाचा हेतू नाही. खेळ, प्रयोग, कोडी, कागदी वस्तू करणे असे अनेक उपक्रम विज्ञानाच्या साहाय्याने मुलांनी प्रत्यक्ष करावेत, हा या पुस्तकाचा उद्देश आहे. यात कुठेही सूत्रे, समीकरणे नाहीत. प्रत्येक पानावर शीर्षकाच्या खाली दोन ओळीत प्रयोगाची ओळख करून दिली आहे. मग प्रयोगाचे साहित्य, तपशीलवार कृती आहे. पुढे अनुषंगाने येणारी उदाहरणे आहेत, तर चौकटीत प्रयोगामागची विज्ञान संकल्पना दिलेली आहे. शक्यतो प्रयोग करून झाल्यावर पालकांनी, शिक्षकांनी ती समजावून सांगायची आहे. त्यासाठी प्रयोगाचा आधार घेत मुलाने स्वतःच समजावून घ्यावी, याकडे जास्त लक्ष पुरवायचे आहे. पुढील प्रयोग हा त्या क्षेत्रातील मागील प्रयोगापेक्षा पुढे नेणारा असेल. पुस्तकाच्या कपाटातून विज्ञान टेबलवर, कड्यावर, अंगणात, पिकनिकला नेणे हे या पुस्तकाचे पहिले उद्दिष्ट आहे, असे म्हणायला हरकत नाही. शाळेमध्ये शिकवलेले विज्ञान 'अभ्यास' असते, तर या पुस्तकातले विज्ञान 'छंद' म्हणून मुलांना आवडेल. विज्ञानातील गमतीजमती पुढे विखुरलेल्या आढळतील आणि छंदाबरोबर, गमतीबरोबर





मुलांचे शिक्षणही होईल.

सोयीसाठी पुस्तक दहा भागांत विषयवार विभागले आहे. पहिला 'शोध विज्ञानाचा' यामध्ये विज्ञानात अभिप्रेत असलेली पद्धत, रीत, शिस्त याची ओळख प्रयोगांद्वारे करून दिलेली आहे. योग्य प्रश्न विचारणे, निरीक्षण करणे, निष्कर्ष काढणे इ. नेहमी केली जाणारी कृती शास्त्रशुद्ध कशी करावी, यासाठी खेळ, कोडी, प्रयोग, कृती आहेत. त्यामुळे वैज्ञानिक दृष्टी तयार व्हायला मदत होईल. प्रत्येक प्रयोगामध्ये विवेचन आहे. दुसरा भाग वस्तुमान आणि ऊर्जा. यामध्ये भौतिकशास्त्र (फिजिक्स), रसायनशास्त्र (केमिस्ट्री) या शाखांतील काही मूलभूत संकल्पनांवर आधारित काही प्रयोग आहेत. अणू, गुरुत्वाकर्षण, प्रेरणा किंवा बल इत्यादी कल्पनांवर आधारित हे प्रयोग आहेत. मानव या भागात माणसाच्या शारीरिक, मानसिक, जैविक, सामाजिक अशा रूढ कल्पना सोप्या निरीक्षणाद्वारे मुलांना कशा सांगाय्यात, याची प्रात्यक्षिके आहेत. पर्यावरण हा भाग मुलांना निसर्ग, जैविक समतोल, वेगवेगळी निसर्गचक्रे यांची प्रयोगातून माहिती देईल. या संदर्भातली जाणीव मुलांच्या संस्कारक्षम वयात रुजवली जाणे आजच्या युगात महत्त्वाचे आहे. खडक आणि पाणी, वनस्पती, प्राणी, हवामान, अवकाश हे पुढील विभाग त्या त्या क्षेत्रातील प्राथमिक ज्ञान प्रयोगांच्या माध्यमातून मुलांना देतील, तर विज्ञानाचे उपयोजन या सर्वांचा उपयोग प्रत्यक्ष करून छोट्या छोट्या वस्तू बनवण्यासाठी मार्गदर्शन करील. जरी पुस्तकाची अनुक्रमणिका वाचली तरी पालकांना प्रत्येक विषय कसा पद्धतशीर प्रयोगाधिष्ठित केलेला आहे याची कल्पना येईल. पुस्तकात सूत्रे, समीकरणे नाहीत; पण जरूर तिथे नियम अथवा सिद्धान्त, गृहीतके सोप्या शब्दांत स्पष्ट केलेली आहेत. अभ्यासक्रमात तेच शब्द 'अवतरणचिन्हात' पुढेमागे न होता येतात, तसे ते इथे येत नाहीत. प्रयोगाचे निष्कर्ष समजण्यासाठी जरूर तितकेच विश्लेषण येते. यातील प्रयोग आधी करून पाहावा, निरीक्षणे नोंदवावीत, निष्कर्ष काढावेत आणि मग दिलेल्या चौकटीतील शास्त्रीय बैठक समजावून घ्यावी. पुन्हा प्रयोग करून समजलेले तत्त्व पडताळून पाहावे, अशा पद्धतीने मुलांनी पुस्तकाचा उपयोग करायचा आहे. प्रत्येक मूल हे स्वतंत्रपणे विकसित होत असते. बालमानसतज्ज्ञ या संदर्भात काय म्हणतात, ते पाहणे इथे सयुक्तिक ठरेल.

प्रौढांपेक्षा मुले वेगळ्या पद्धतीने विचार करतात. त्यांच्या कल्पना जास्त लवचीक असतात. जसजसे मन आणि बुद्धी विकसित होत जाते, तसतसे त्यांचे दृष्टिकोन पक्के होत जातात. कृती करताना मुलांना त्याबद्दल स्वतंत्र विचार करणे प्रत्यक्ष कृतीपेक्षा जास्त भावते. वयोगटाप्रमाणे यात बदल होत जातात. मुलांना डोळसपणे वाढवण्यासाठी या 'आम्ही दोन पण आमचे एकच'च्या जमान्यात पालक विशेष जागरूक असतात.

पहिल्या दोन वर्षांपर्यंत 'दृष्टी' हे एकच ज्ञानेंद्रिय मुले प्रकर्षाने वापरतात. जे डोळ्यांसमोर नाही, ते मनात नाही, अशी मुलांची मानसिक अवस्था असते. हट्ट केला, तर त्यांचे लक्ष दुसरीकडे वळवून पालक हट्ट विसरायला लावतात, हे याचे उदाहरण होईल.

२ ते ७ या वयापर्यंत मुले सर्व पदार्थ, वस्तू, घटना स्वतःच्या संदर्भात तपासून पाहतात. भाषा, शब्दांचे अर्थ, खुणा इत्यादीशी त्यांची ओळख होते. एखादी घटना मुले संगतवार समजू शकतात, पण संगती बदलली, तर काय

होईल, असा विचार त्यांना करता येत नाही.

७ ते ११ या वयात त्यांना कार्यकारणभाव समजू शकतो. नियम लक्षात ठेवता येतात व अमलात आणता येतात. घटनांची संगती शोधणे, त्याबद्दल विचार करणे या गोष्टी त्यांना जमू शकतात.

१२ ते १५ या वयात त्यांची कल्पनाशक्ती खूप विकसित होते. अमूर्त, तर्कबाहेरचा असाही विचार ती करू शकतात. पायरीपायरीने प्रश्न सोडवायची पद्धत स्वतःच शोधून काढतात. पण त्या त्या वयात विशेषतः ७ ते १५ या वयात त्यांची विचारशैली विकसित होत असते, त्या वेळी विचारात विज्ञानातील शिस्त आणली, तर पुढील आयुष्यात त्यांना ती उपयोगी पडू शकते.

या वयात मुलांचे 'एकले जाणे' त्यांच्या मानसिक विकासाच्या दृष्टीने महत्त्वाचे असते. या पुस्तकातल्या काही कृती मुलांने वयाच्या आठव्या वर्षी करून पाहिल्या आणि परत बाराव्या वर्षी केल्या, तर त्याची आकलनशक्ती वाढल्याने त्या अधिक विचारपूर्वक केल्या जातात. या वयात विज्ञाननिष्ठ विचारपद्धत मुलांमध्ये रुजण्यासाठी, त्यांची विचारक्षमता स्वतंत्रपणे विकसित होण्यासाठी 'मी सांगतो म्हणून' हा मार्ग स्वीकारण्यापेक्षा 'तू कर, पाहा आणि स्वीकार' हा योग्य मार्ग आहे. मुलांमध्ये त्यासाठी काही कौशल्ये वाढीला लागण्यासाठी पालकांनी जाणीवपूर्वक प्रयत्न केले पाहिजेत. ही विज्ञाननिष्ठ पद्धत अनुक्रमे खालीलप्रमाणे सांगता येईल.

१. **निरीक्षण करणे** : डोळे, कान, स्पर्श इत्यादी ज्ञानेन्द्रिये वापरून निरीक्षण करणे.

२. **तुलना करणे** : दोन घटना, वस्तू यांमधील साम्य आणि फरक शोधणे.

३. **वर्गीकरण** : एक सूत्र धरून केलेल्या निरीक्षणांचे वर्गीकरण करणे.

४. **कल्पना करणे** : नेहमीपेक्षा वेगळ्या पद्धतीने एखादी कृती करता येईल का, याबद्दल विचार करण्यासाठी आणि प्रत्यक्ष विचारात निर्मितक्षमता आणण्यासाठी याचा उपयोग होतो.

५. **एखादे कोडे, समस्या किंवा प्रश्न सोडवताना त्यामागील कारण शोधून काढणे** आणि मग उत्तराच्या दिशेने प्रयत्न करणे शक्य होते.

६. **मुल्यांकन, परीक्षण करणे**, स्वतंत्र मत तयार करणे, त्या मतासाठी स्पष्टीकरण शोधणे, प्रश्न सूत्रबद्ध करणे म्हणजे तशा प्रकारचा दुसरा प्रश्न सोडवणे शक्य होईल.

७. आपण जी गृहीतके स्वीकारली आहेत त्यांची **वैधता तपासून पाहणे**.

८. **माहिती गोळा करणे** : एखादा विशिष्ट हेतू समोर ठेवून सर्व उपलब्ध साधने वापरून माहिती गोळा करणे आणि तिचे वर्गीकरण करून नोंदवणे.

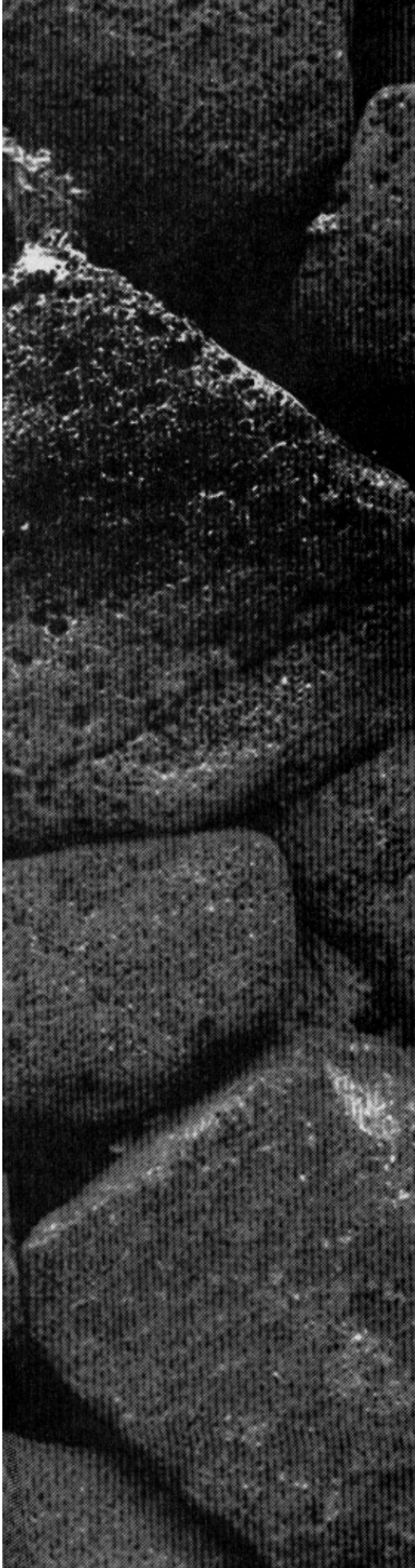
९. **टिपणे-निष्कर्ष काढणे** : या माहितीच्या आधारे टिपणे काढणे आणि त्यांतील महत्त्वाचे सार काढून निष्कर्ष काढणे.

१०. **शीर्षक देणे** : नोंदीच्या समूहाला शीर्षक देणे. म्हणजे ते शीर्षक उच्चारताच संपूर्ण समूह लक्षात यावा. यामुळे अनावश्यक माहिती लक्षात न ठेवता संदर्भ लक्षात ठेवला, तरी योग्य वेळी तो वापरता येतो.

११. **अर्थ लावणे** : एकत्रित माहितीचा अर्थ लावणे आणि त्याचे पुराव्यासह वस्तुनिष्ठ स्पष्टीकरण करणे.

१२. **समस्येचे संपूर्ण चित्र डोळ्यांसमोर उभे करून त्यातील त्रुटी शोधणे**





आणि त्या पायरीपायरीने सोडवण्यासाठी वरीलपैकी योग्य ती कौशल्ये वापरून उत्तरे शोधणे.

१३. निर्णय घेणे : निर्णयाचे परिणाम आधी विचार करून ध्यानात घ्यावेत. साधकबाधक विचार करून पर्यायांपैकी एक निवडणे. त्यामध्ये भावनेला जरूर स्थान हवे.

ही विचारशक्ती विकसित करायची कौशल्ये आहेत. या पुस्तकात मुलांना स्वतंत्रपणे विचार करायला प्रवृत्त करणारे प्रयोग आहेत. त्यामध्ये क्लिष्टता टाळल्याने मुले सहजपणे ते करू शकतात.

विज्ञान वाचून, विचार करून, प्रात्यक्षिकाच्या साहाय्याने रुजणे महत्वाचे आहे. या कृती समांतर घडत जाव्यात. ज्या मुलांना नुसते सांगून समजत नाही, ती वर्गात सामान्य गणली जातात. त्यांना प्रात्यक्षिकांसह केलेले वाचन चांगले समजू शकते. हुशार मुलांना तर याचा फायदा होतोच. ती स्वतंत्र विचार करू शकतात. एकूण या पुस्तकाचा सर्व बौद्धिक स्तरांवरच्या मुलांना फायदा होईल. यांतील काही प्रयोग चर्चेअंती येतील, तर काही प्रश्न आव्हानात्मक आहेत. प्रयत्न करतकरत हे प्रयोग आत्मसात करायचे आहेत. यामध्ये पालकांचा, शिक्षकांचा अप्रत्यक्ष सहभाग हवा. जिगसाँ कोडी असतात (तुकडे जुळवून चित्र तयार करणे), त्याप्रमाणे मुलांच्या प्रयत्नांना प्राधान्य हवे. ती कुठे अडलीच तर सूचना देऊन, प्रश्न विचारून त्यांना पुढे न्यावे, पण शक्यतो त्यांचे त्यांनाच प्रयोग पूर्ण करू द्यावे.

मुलांना प्रथम कृती सांगावी. मुलांच्या जोड्या बनवाव्या. एक हुशार आणि एक सामान्य असल्यास आणखी चांगले. मुले इतरांचे बघून करायला शिकतात. दोघांनाही त्याचा फायदा होतो. प्रत्येक जोडीस प्रयोगासाठी स्वतंत्र जागा हवी. मग साहित्य देऊन प्रत्येक पायरी तपशिलात सांगावी. सूचना स्पष्ट आणि वेळ पडल्यास पुनःपुन्हा सांगाव्यात. प्रत्येक जोडीला स्वतंत्र साहित्य देता आले, तर फारच चांगले. त्यामुळे मुलांचे लक्ष विचलित होत नाही. जरूर तितकेच साहित्य द्यावे. जास्त दिले, तर मुले त्याचा उधळमाधळ करतात आणि विचलित होतात. मुलांना कृतीमध्ये गुंतवून ठेवणे महत्वाचे आहे. मध्येमध्ये सोपे प्रश्न विचारून त्यांना उत्तरे देण्यास सांगितले, तर कृतीमधले त्यांना कितपत समजले आहे, हे कळू शकते. प्रश्न विचारल्यावर त्यांनी विचार करून उत्तर द्यावे, याकडे पालकांचे लक्ष हवे. कृती झाल्यावर थोडक्यात निष्कर्ष समजावून सांगावेत. केलेला प्रयोग पूर्ण झाला आहे, याचे भान मुलांना आणखी पुढे जाण्यासाठी प्रवृत्त करते.

शिकणे ही क्रिया वर्तुळाकार केली, तर अधिक परिणाम होतो. नवी संकल्पना सांगण्यापूर्वी मुलांना लहानसा प्रयोग करायला सांगावा, ती प्रत्यक्ष अनुभव घेतात. त्या अनुभवाशी निगडित अशी माहिती त्यांना चर्चा करून सांगावी. त्यांनाही बोलू द्यावे आणि ते ऐकून सुधारत जावे. मुले कधीकधी सूचना करतात, नवनवे मार्गही सुचवतात, त्याप्रमाणे करावे. मग त्यांतील बरोबर, चूक त्यांना प्रत्यक्ष समजून येईल. मूलभूत संकल्पना चुका टाळून पक्की होईल. प्रत्यक्ष कृती त्यांनाच करू द्यावी, अडले तरच मदत करावी. चर्चेमुळे त्यांना उत्तरे शोधायला मार्ग सापडतो. पालकांची आणि या पुस्तकाची भूमिका साहाय्यक म्हणून हवी. एकदा त्यांना संकल्पना समजली की, पुन्हा प्रयोग करून ती पक्की करावी.

मुलांना विज्ञानातील नवे शब्द सांगताना अर्थ नीट समजेल, नेमका समजेल

याची काळजी घ्यावी. मुलांना समजलेले तुम्हांला परत समजावून सांगायला त्यांना उद्युक्त करा. त्यांना कितपत आणि बरोबर समजले आहे, हे तुम्हांला कळून येईल. सोपे प्रश्न विचारून त्यांना तपशिलापेक्षा तत्त्व समजले आहे, हे तपासता येईल. मुलांनी समजले नाही म्हणून प्रश्न विचारले, तर उत्तराकडे नेण्यासाठी आपण त्यांना प्रश्न विचारावेत म्हणजे ती स्वतंत्र विचार करायला शिकतात. या वेळी आपली मानसिक पातळी मुलांच्या वयाइतकी किंवा किंचित जास्त एवढीच ठेवावी. या पुस्तकामध्ये दहा विभाग आहेत. त्यांतील कोणता विषय मुलांना अधिक आवडतो, ते पालकांनी समजून घ्यावे. कारण प्रत्येक मुलाचा एखाद्या विशिष्ट विषयाकडे नैसर्गिक कल असतो. त्या विषयात ज्ञान घेणे त्यांना सोपे जाते. पुढील करियरच्या, शिक्षणाच्या दृष्टीने हे ओळखणे महत्त्वाचे, उपयोगाचे ठरते. दुसऱ्या विषयाकडे मुलांना मुद्दाम वळवण्यापेक्षा त्या विषयाचा अभ्यास करायला देणे अंती फायद्याचे ठरते.

दुसऱ्या भागात जरा मोठे प्रकल्पवजा प्रयोग आहेत. ते एकत्र मिळून करायचे आहेत. त्यामुळे मुलांना एकमेकांशी संवाद साधत टीमवर्क कसे करावे, याचा वस्तुपाठ मिळतो. मुलांना प्रथम प्रकल्प निवडायला सांगावा, मग त्याची माहिती गोळा करायला सांगावी, प्रकल्प कसा करता येईल याबद्दल विचार करायला सांगावे आणि हे सर्व लिहून ठेवायला सांगितले की, मुलांना शिस्तीचा वापर करावा लागतो. मग सर्व सामग्री गोळा करायला सांगून प्रत्यक्ष प्रयोग करून निरीक्षणे नोंदवायला सांगावीत. पुन्हा प्रयोग करून निरीक्षणे बदलत नाहीत, याचे परीक्षण करावे. लिहून ठेवल्याप्रमाणे प्रकल्प पुढे जात आहे ना, हे त्यांनाच तपासायला सांगावे. निष्कर्ष काढणे हा कठीण भाग जरी वेळ लागला, तरी त्यांनी करावा आणि हे निष्कर्ष इतरांना सांगून त्यांनी ताडून पाहावेत.

हा एक सर्वसाधारण आराखडा झाला. प्रकल्पानुसार त्यात बदल घडवता येतील.

या पुस्तकातील सर्व प्रयोग करून पाहिलेले आहेत. काही बाह्य कारणाने ते जर प्रथम प्रयत्नात यशस्वी झाले नाहीत तर कारणे शोधून ती दूर करण्यास मुलांनाच प्रयत्न करू द्यावेत. काही वेळा निष्कर्ष वेगळे येतील. प्रत्यक्षात प्रयोग एखादवेळेस चुकून मग यशस्वी झाला, तर मुलांना त्यातील बारकावे समजतात. काय करावे, चुका कशा टाळाव्यात, हे त्यांचे त्यांना समजते आणि वैज्ञानिक शिस्त लागते.

तुम्ही एखाद्या प्रौढ वा तरुण व्यक्तीला किंवा मुलांना शास्त्रज्ञाचे चित्र काढा म्हणून सांगितले किंवा डोळ्यांपुढे आणून वर्णन कर म्हटले, तर बहुतांश व्यक्ती दाढीवाल्या, जाड चष्म्याच्या, वयस्क अव्यवस्थित गृहस्थाचे वर्णन करतील. काचेची उपकरणे, उकळती रसायने, किचकट लिहिलेले कागद याच्या गराड्यात तो डोके खाजवत असेल. मोठ्या खोलीत कमी उजेडात एकाकीपणे रात्री वा पहाटे काम करत असेल. आणि त्यात स्त्री तर औषधालाही नसेल. मनात इतक्या दृढपणे कल्पना रुजलेल्या असतात की, ९० टक्के लोक अशा प्रकारचे वर्णन करतील. हे चित्र बदलायला हवे आहे. वैज्ञानिक तुमच्या आमच्यासारखी माणसेच असतात. मुलांना या क्षेत्रात जवळजवळ बाहेर फेकले जाते. डॉ. कमलाबाई सोहोनी या भारतातील पहिल्या महिला शास्त्रज्ञ. मुंबई विद्यापीठात प्रथम येऊनही त्यांना सर सी. व्ही. रामन यांनी बंगलोरच्या भारतीय संशोधन



संस्थेमध्ये (इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स) प्रवेश नाकारला. तेव्हा कमलाबाईंनी उपोषण केले आणि मग आव्हानात्मक विनंती केली, 'एक वर्ष मला इथे काम करू द्या, मगच तुमचा निर्णय द्या.' स्व. डॉ. कमलाबाई सोहोनी (श्रीमती दुर्गा भागवत यांच्या भगिनी) या संस्थेत प्रवेश मिळवणाऱ्या पहिल्या महिला ठरल्या आणि या संस्थेची दारे स्त्रियांसाठी कायमची उघडली गेली. आज परिस्थिती वेगळी असली, तरी फार थोड्या स्त्रिया विज्ञानविषयक व्यवसाय निवडतात. लहान वयात मुलींना विज्ञानाचे शिक्षण दिले, आवड रुजवली, तर नक्कीच त्यांचे प्रमाण वाढेल. अविकसित देशांत स्त्रियांचे प्रमाण विज्ञानक्षेत्रातील एकूण व्यक्तीत ५% आहे तर पोलंडसारख्या देशात ते ६०% आहे. त्यातही माहिती, संकलनप्रधान असलेल्या विषयांत (प्राणिशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र) ते जास्त आहे, तर प्रयोग करणे, निष्कर्ष काढणे, प्रश्न सोडवणे प्रमुख असलेल्या विषयांत (पदार्थविज्ञान, रसायन) ते आणखी कमी आहे. कल्पना करून पाहणे हे अशा क्षेत्रात प्रामुख्याने येते. बालपणी स्त्री-पुरुषांच्या मानसिक बैठकीत फरक नसतो, पण चौदाव्या-पंधराव्या वर्षी यातील एक कौशल्य वाढीला लागते आणि याचे कारण आनुवंशिक असावे, लैंगिक नसावे, असे पाहणी व आकडेवारी सांगते. मुलींमध्ये विज्ञाननिष्ठ दृष्टिकोन रुजला, तर पुढील पिढीत तो संक्रमित होणे सोपे जाते. मुलामुलींचे गट करून जेव्हा विज्ञान प्रात्यक्षिके केली जातात, तेव्हा कृती मुले करतात तर निरीक्षणांची नोंद करणे असे तुलनेने दुय्यम काम मुली करतात. प्रयोगातील नेतेपद आपोआप मुलांकडे जाते. असे म्हणतात की, मुलगा शिकला तर सुशिक्षितात एकाची भर पडते, पण मुलगी शिकली तर संपूर्ण कुटुंब सुशिक्षित होते.

माधुरी शानभाग

पालकांना मुद्दाम सांगावेसे वाटते की, मुलांसोबत गोष्टीची पुस्तके वाचतो तसे हे पुस्तक वाचणे, त्यातील प्रयोग करणे यातील गंमत त्यांनी जरूर अनुभवावून पाहावी. एखादा शनिवार-रविवार अथवा सुटीचा दिवस मुले आणि त्यांची मित्रमंडळी गोळा करून पिकनिकऐवजी विज्ञानशिक्षण हा पर्याय स्वीकारावा. नोबेल पारितोषिक मिळवणाऱ्या शास्त्रज्ञांसह अनेक मोठे संशोधक सांगतात की, आपल्याला या क्षेत्राची आवड उत्पन्न करण्यात पालकांचा मोठा सहभाग होता. पालकांचे, शिक्षकांचे प्रोत्साहन आणि अशी पुस्तके यांच्या साहाय्याने विज्ञानशिक्षित पिढी बनणे हे स्वप्न सत्यात उतरणे शक्य होईल, असा विश्वास वाटतो.

अनुक्रम

शोध विज्ञानाचा / १-३६

विज्ञान / ३७-६७

वस्तुमान आणि ऊर्जा / ६८-११८

मानव / ११९-१५५

प्राणी / १५६-१८५

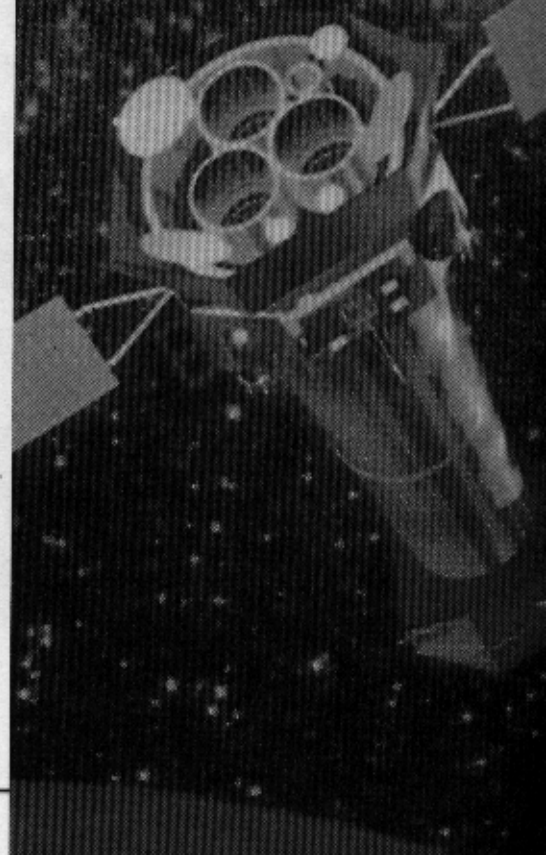
वनस्पती / १८६-२१४

खडक / २१५-२४७

हवामान / २४८-२७०

पर्यावरण / २७१-३०६

अवकाश / ३०७-३२७

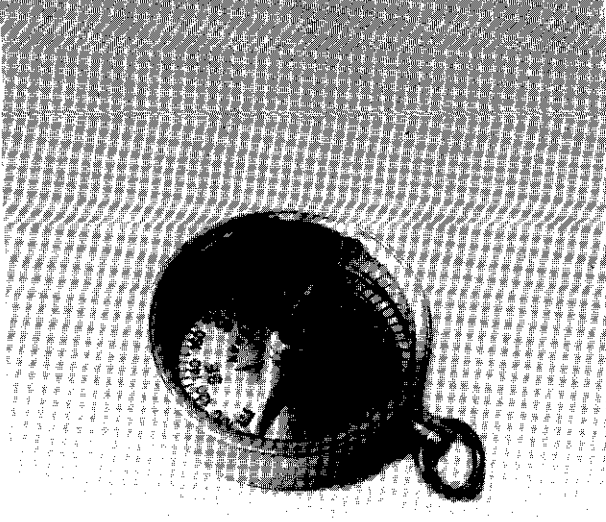




शोध विज्ञानाचा



शोध विज्ञानाचा



अनुक्रम

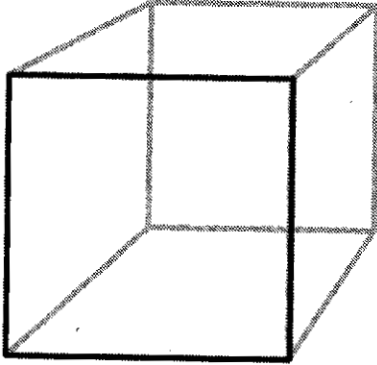
- शोध विज्ञानाचा / १
प्रश्न, प्रश्न आणि प्रश्न / २
तुम्हीच बना डिटेक्टिव्ह! / ३
डोळे बांधूनही चित्र काढता येते का? / ४
निरीक्षण की परीक्षण? / ५
दिसते तसे नसते, म्हणून तर... / ६
हवेत तरंगणारा पेला? / ७
तुम्हीच लढवा शककल / ८
या ठिपक्यांचे कोडे सुटेल का? / ८
पेल्यांचा क्रम कसा बदलणार? / ९
आपले बोट किती वजनदार आहे? / १०
जरा दिशा तर बदला... / १०
हवेतील वस्तूंची शर्यत / ११
उलट दिशेने येणारा चेंडू / १२
फेकल्यावरही न फुटणारे अंडे / १४
आपल्याला कागदामधल्या भोकातून आरपार जाता येईल का? / १५
वाचवा ज्वालामुखी बेटावरच्या लोकांना / १६
'क'च्या मालिकेत पुढे काय? / १७
गुणधर्म बदलणारा स्पंज / १८
नाण्याची करामत / १९
घरीच बनवा जलतरंग / २०
फुगा किती वेळ टिकेल? / २१
भरवा साबणाच्या फुग्यांचे प्रदर्शन / २२
पत्यांचा बंगला बांधण्याची स्पर्धा / २४
ये रे घना... / २५
ट्रेकिंगचे शास्त्र / २६
गट्टी विज्ञानाशी / २७
वैज्ञानिक लिंबू शर्यत / २८
स्ट्रॉचा मनोरा / २९
स्ट्रॉने करा बांधकाम / ३०
कागदाच्या तराफ्याची शर्यत / ३१
कोणाचा कागदी पूल जास्त मजबूत? / ३२
लावा विमानांची शर्यत / ३३
फुग्याचे बनवू या अवकाशयान / ३४
बनवा छोटेसे जग / ३५
बनवा आकर्षक चित्रफलक / ३६

शोध विज्ञानाचा १

१. सकाळी चार पायांवर, दुपारी दोन पायांवर आणि संध्याकाळी तीन पायांवर चालणारा प्राणी कोणता? याचे उत्तर आहे मानव. बालपणी दोन हात, दोन पाय वापरून तो रांगतो, मग दोन पायांवर चालतो आणि म्हातारा झाल्यावर आधारासाठी काठी वापरतो.

विज्ञान ही विचार करायची पद्धत आहे. जे डोळ्यांना दिसते ते बुद्धीला पटणाऱ्या नियमांत बांधणे म्हणजे विज्ञान. कित्येकदा विज्ञान पटकन बुद्धीला पटेल अशी उत्तरे देत नाही. उदा., पृथ्वी सपाट आहे, सूर्य पृथ्वीभोवती फिरतो हे डोळ्यांना दिसणारे, पटणारे सत्य आहे. पण समुद्रकिनाऱ्यावर उभे राहून बोट येताना पाहिली तर पृथ्वी गोल आहे हे समजून येते. दिव्यासमोर उभे राहून स्वतःभोवती फिरले तर पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते हे कल्पनेने जाणता येते. विचार करून नियमांत, सूत्रांमध्ये बांधलेले कुतूहल म्हणजे 'विज्ञान' असे म्हणायला हरकत नाही.

२. कागदावर एक चौरस काढा. हा चौरस एका घनाकृतीचा पृष्ठभाग आहे अशी कल्पना करा. या चौरसामागे घनाकृतीच्या किती कडा लपलेल्या आहेत?



उत्तर - ८

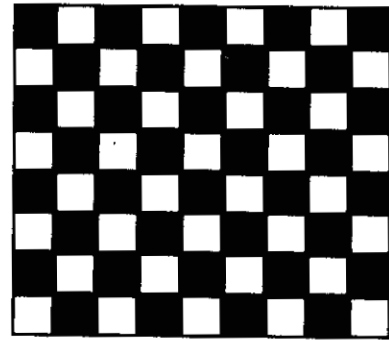
३. वर्तुळाच्या परिमितीचे व्यासाशी असलेले गुणोत्तर 'पाय' या ग्रीक अक्षराने ओळखले जाते. त्याची किंमत $22/7$ किंवा 3.14 , 3.1415 अशी अनेक पुस्तकांत दिलेली आहे. दशांश चिन्हापुढे आणखी स्थाने आकडे टाकून त्याची अचूक किंमत काढायचे प्रयत्न केले जातात. 1963 मध्ये दोन संगणकतज्ज्ञांनी 'पाय' (-) ची किंमत दशांश चिन्हापुढे 43001600

कागदाची पुनःपुन्हा घडी घालणे हे पैज लावली तरी नऊपेक्षा जास्त वेळा करणे शक्य होत नाही. कारण घडी घालताना कागदाचे पदर भूमितीश्रेणीने वाढत जातात. पहिल्या घडीला दोन, दुसरीला चार... अशा पद्धतीने सातव्या घडीला 128 पदर होतात. त्यानंतर घडी घालणे म्हणजे पुस्तक दुमडण्यासारखे आहे.

इतक्या स्थानापर्यंत काढली तरीही परत परत येणाऱ्या आकड्यांचा आकृतिबंध सापडला नाही.

४. प्लॅस्टिकची पिशवी पाण्याने $2/3$ भरावी आणि तिचे तोंड घट्ट बंद करून ती हातात धरावी. एक अणकुचीदार पेन्सिल अथवा विणायची सुई त्या पिशवीतून आरपार न्यावी व तशीच ठेवावी. जर हे काळजीपूर्वक केले तर पाण्याचा एक थेंबही बाहेर येणार नाही. याचे कारण प्लॅस्टिक हे पॉलिथिनच्या साखळीवजा रेणूंनी बनलेले असते. हे रेणू भोक पाडणाऱ्या वस्तूभोवती गच्च चिकटून बसतात आणि पाणी बाहेर येत नाही.

एका राजाच्या दरबारात एक विद्वान ब्राह्मण आला आणि त्याने आपल्या बुद्धिचातुर्याने राजाला खूष केले. राजाने त्याला 'हवे ते माग' असे सांगितले. त्याने म्हटले, 'बुद्धिबळाच्या पटावरील घरामध्ये पहिल्यात तांदळाचा एक दाणा, दुसऱ्यात दोन, तिसऱ्यात चार, चौथ्यात आठ असे मला तांदूळ द्या.' सर्व दरबारी हसू लागले. मागून काय मागितले तर टोपलीभर तांदूळ! ब्राह्मणाने पट आणला आणि दाणे भरायला सुरुवात केली. पोती संपली, राजाचे कोठार संपले तरी पट भरला नाही. राजासह सर्व दरबारी त्याच्या बुद्धिचातुर्याने मात्र दिपून गेले.



प्रश्न, प्रश्न आणि प्रश्न

संशोधक हे सतत प्रश्न विचारत असतात. खालील खेळामध्ये उत्तराचे अनेक पर्याय असताना, प्रश्न विचारत नेमक्या उत्तराकडे पोचता येते का बघू या. ट्रीपला गेल्यावेळी, प्रवासात, लहानमोठे सर्वांनी मिळून दोनपासून ३०-४० मुलांमध्ये हा खेळ खेळता येतो.

१. एकाने एक वस्तू निवडून (टेबल, खुर्ची अशी निर्जीव किंवा कुत्रा, पोपट अशी सजीव) कागदावर लिहून ठेवायची आहे. असंख्य उत्तरे असू शकतात. त्यामुळे समोरच्या मुलांना गवताच्या गंजीतून सुई शोधायची तयारी ठेवावी लागते.
२. समोरच्या मुलांनी एकेकाने किंवा चर्चा करून तुम्हांला प्रश्न विचारायचे आहेत. उत्तर फक्त होय किंवा नाही यांपैकी एकच असेल. प्रश्न विचारताना अडले तर तुम्ही एखादी सूचना देऊ शकता.
३. प्रत्येक प्रश्नाच्या उत्तरागणिक विचारणारा उत्तराच्या जवळ जातो. प्रश्नांची संख्या वाढली की प्रश्न नेमके होत जातात. कुणालाच उत्तर आले नाही तर एखादी संबंधित सूचना देऊन खेळ पुढे न्यायचा आहे.
४. दोन गट करून हा खेळ खेळता येतो. पूर्ण उत्तर मिळेपर्यंत किती प्रश्न विचारले जातील ती संख्या शंभरातून वजा करून तितके गुण देता येतील. त्यामुळे कमीतकमी प्रश्न विचारून उत्तर शोधणाऱ्या गटाला जास्त गुण मिळतील.

आपल्याजवळ असलेली वस्तू धरली तर धावत जाऊन तिला शिवणे हा शारीरिक भागही त्याला जोडता येईल. एखादी प्रसिद्ध व्यक्ती, खेळ, स्थळ निवडून हा खेळ खेळता येतो.

उदा., कावळा हा शब्द लिहून ठेवला. प्रश्नांची सुरुवात खाली दिल्याप्रमाणे करता येईल :

१. सजीव आहे? होय.
२. वनस्पती आहे? नाही... म्हणजे प्राणी. (किंवा पक्षी)
३. पाण्यात संचार असतो? नाही.
४. जमिनीवर? नाही... म्हणजे पक्षी.
५. शहरात आढळतो? होय.
६. माणसाळता येतो? नाही.
७. काळा रंग आहे? होय... कावळा/कोकीळ/मैना.

असे उत्तराचे पर्याय कमी कमी होत जातात. वस्तूच्या गुणधर्मावर आधारित प्रश्न असावेत. त्यामुळे उत्तरावरून वस्तूचा एक मोठा गट वगळता येतो. पक्षी या पर्यायाकडे आल्यावर चिमणी आहे? पोपट आहे? असे प्रश्न विचारले तर संख्या वाढते आणि गुण कमी होतात. वस्तूचा गट करून प्रश्न विचारले तर कमीतकमी प्रश्नसंख्येत उत्तराकडे पोचता येते.

नीट निरीक्षण करणे आणि नेमके प्रश्न विचारणे हे विज्ञानात महत्त्वाचे आहे. संशोधक ही प्रत्येक वस्तूबद्दल, घटनेबद्दल कुतूहल वाटणारी माणसे असतात. स्वतःला सतत प्रश्न विचारत त्याची उत्तरे शोधत असतात. त्यासाठी विज्ञानातील मूलभूत कल्पनांचा आधार घेतात. नेमका प्रश्न विचारणे हे वाटते तेवढे सोपे नसते. कधीकधी चुकीच्या दिशेने विचार केला जातो; कारण प्रश्नाचे नेमके स्वरूप कळलेले नसते. मग उत्तरेही चुकीची मिळतात. आपण योग्य ते प्रश्न विचारण्याची वृत्ती जोपासणे महत्त्वाचे आहे. संशोधक वृत्तीचा तो एक महत्त्वाचा गुणधर्म आहे.

आजूबाजूच्या कशाकशाबद्दल कुतूहल वाटते यावर मुलांनी विचार करायला हवा. आसपासची घटना, उदा. एकाने जांभई दिली तर दुसऱ्याला ती का येते? इतिहासातील घटना, उदा. डायनासोरचे काय झाले? दूरवरच्या घटना, उदा. परग्रहावर जीवसृष्टी आहे का? आपल्या या विश्वाबद्दल शास्त्रज्ञांना सर्वकाही ठाऊक आहे का? इ. अशा प्रश्नांवर विचार करत राहिले तर मुलांना सर्व वस्तू, घटना याबद्दल आश्चर्य वाटत राहते. प्रश्न शोधायची आणि मग त्यांची उत्तरे शोधायची सवय लागते. यालाच पुढे संशोधक वृत्तीचे स्वरूप येते.



तुम्हीच बना डिटेक्टिव्ह!

विज्ञानात कोड्यांची उत्तरे शोधणे महत्वाचे असते. मुलांना कोडी घालून, विचार करून उत्तरे शोधायला सांगणे हा एक उत्तम मानसिक व्यायाम आहे. कोडी पटकन वाचता येतात; पण अर्थ शोधून, चित्र उभे करायला वेळ लागतो.

१. वसंत, श्याम आणि राजा एकाच घरात राहत होते. एक दिवस राणी त्या घरात राहायला आली. त्या दिवशी वसंत आणि श्याम गोपाळच्या घरी दसऱ्याचे सोने घायला गेले. परत येऊन पाहतात तर राणीच्या मृतदेहाजवळ राजा बसला होता. राजाला पोलिसांनी पकडले नाही. वसंत आणि श्यामने राजाला एकही प्रश्न विचारला नाही. असे का घडले बरे?
२. एक कोल्हा, बदक आणि शेंगदाण्याची पिशवी घेऊन राधा मामाच्या गावाला निघाली. वाटेत होडीने नदी ओलांडायची होती. राधा होडीतून एका वेळी एकच वस्तू घेऊन नदीपार जाऊ शकत होती. तिने शेंगदाण्याची पिशवी सोबत घेतली तर कोल्हाने बदक मटकावले असते, कोल्ह्याला सोबत नेले तर बदकाने शेंगदाण्याचा फडशा पाडला असता. या तिन्ही वस्तू राधाने नदीपार कशा नेल्या?
३. एका विदूषकाचे आणि राजाचे कडाक्याचे भांडण झाले. राग येऊन राजाने विदूषकाला एका उंच मनोऱ्यावरील खोलीत कैद करून ठेवले. त्या खोलीला एकच खिडकी होती. विदूषकाला एक दोर सापडला. तो दोर खिडकीला बांधला असता तरी त्याचे दुसरे टोक उंचावर लोंबकळत राहिले असते इतका तो आखूड होता. विदूषकाने दोराचे दोन सारखे तुकडे केले, ते एकमेकांना बांधले. त्यामुळे दोराची लांबी वाढली आणि त्याने स्वतःची सुटका केली. हे कसे शक्य झाले?
४. एक माणूस सकाळी उठून पळायला निघाला तेव्हा पावसाचे चार थेंब त्याच्या अंगावर पडले. त्याच्याकडे छत्री, टोपी वा रेनकोट नव्हता. तो जोराने पळू लागला तसा पाऊसही जोरात पडू लागला. त्याचे कपडे भिजले, पाणी नाकावरून ओघळू लागले; पण त्याचे केस मात्र भिजले नाहीत. का बरे?
५. एका मुलीला गोड खायला आवडत असे. तिने तिच्या

कॉफीच्या कपात एक चमचा साखर घातली, आणखी एक चमचा घातली, मग दोन चमचे भरून घातली. चमच्याने कॉफी जिभेवर ठेवली तरी कडूच लागली. असे का झाले असेल?

उत्तरे :

१. राजा आणि राणी ही अनुक्रमे कुत्रा आणि मांजर यांची नावे आहेत.
२. राधाने प्रथम बदकाला नदीपार नेले. मग परत येऊन शेंगदाण्याची पिशवी नेली आणि येताना बदक परत आणले. या तीरावर बदक ठेवून कोल्ह्याला पलीकडे नेले. परत येऊन बदकाला नेले आणि सर्व वस्तू सुखरूप घेऊन ती मामाच्या गावाला पोचली.
३. दोर हा नेहमी दोन दोऱ्यांना एकमेकांभोवती पीळ घेऊन बनवलेला असतो. विदूषकाने दोर उभा धरून तो पीळ सोडवला. त्याचे दोन स्वतंत्र नग केले व जोडले; त्यामुळे दोराची लांबी दुप्पट झाली आणि तो स्वतःची सुटका करू शकला.
४. कारण त्या माणसाला टक्कल होते.
५. कपामध्ये पाणी अथवा दूध घातलेले नव्हते त्यामुळे साखर व कॉफी मिसळली नाही आणि कॉफी कडू लागली.

कोडी सोडवताना आपण अनेक प्रकारांनी विचार करतो. उत्तरासाठी अनेक गोष्टी आठवून पाहतो. पुन्हा कोडे वाचून काही दुवा मिळतो का हे पाहतो, सर्व तपशील नोंदवतो. एक उत्तर ठरवून ते पडताळून पाहतो. कोडे सुटले नाही तर दुसरे उत्तर घेऊन प्रयत्न करतो. कधीकधी उत्तर बरोबर आहे असे आपल्याला वाटते. (उदा. कोडे क्रमांक एकमध्ये राणीने राजाला प्रथम मारले असावे म्हणून राजाने राणीला ठार केले असावे. पण मग वसंत किंवा श्याम प्रश्न विचारून उत्तर मिळवू शकतात. त्यामुळे हे उत्तर चुकीचे आहे.) पण अधिक तपशील पाहिल्यास चूक कळते. अशा पद्धतीने अचूक उत्तर शोधण्यासाठी स्वतःला प्रश्न विचारत, आणखी माहिती घेत कोडी सोडवावी लागतात.

डोळे बांधूनही चित्र काढता येते का?

विज्ञानाचे एक अंग प्रश्न विचारणे आणि उत्तरे देणे. त्यासाठी आपले विचार नेमके पोचवणे महत्वाचे असते. खालील प्रयोगात डोळे बांधलेल्या तुमच्या जोडीदाराला रेषा गिरवण्यासाठी नेमक्या सूचना तुम्हांला देता येतात का पाहा.

साहित्य : दोन रंगांच्या पेन्सिली, कागद, रुमाल.

कृती :

- जोडीदाराच्या डोळ्यांवर रुमाल बांधावा.
- कागदावर एका रंगाच्या पेन्सिलीने, पेन्सिल न उचलता एक वाट काढावी. वाटेला वळणे असावीत, कोणत्याही दिशेने कोन असावेत, कागद पूर्ण भरावा किंवा भूमितीय आकृत्या काढाव्या. सुरुवातीला बाण आणि अखेरीस एक गोल किंवा अधिक चिन्ह काढावे.
- दुसऱ्या रंगाची पेन्सिल डोळे बांधलेल्या जोडीदाराला द्यावी आणि त्याच्या हातात धरलेल्या पेन्सिलीचे टोक बाणावर ठेवावे. आता तुम्ही आधी काढलेल्या वाटेवरून जोडीदाराला चालायचे आहे म्हणजे पेन्सिलीची रेषा न्यायची आहे. तुम्ही तोंडाने फक्त सरळ जा, डावीकडे वळ अशा सूचना द्यायच्या आहेत. कितीही तपशिलात तुम्ही सूचना द्या, पण हात धरायला परवानगी मात्र नाही.
- नेमक्या सूचना देणे किती कठीण असते ते आता तुमच्या लक्षात आले का? तुम्हांला रस्ता दाखवण्यासाठी

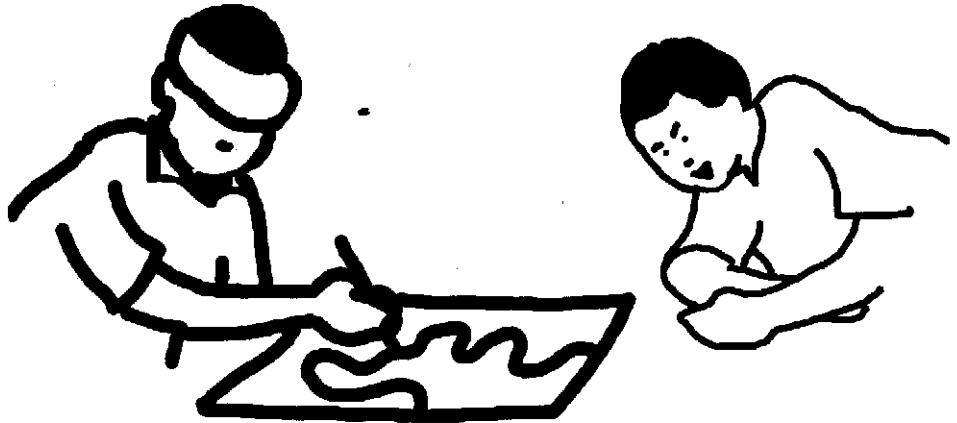
सूचना देण्यात अचूकता आणता येते का?

- जोडीदाराच्या आणि तुमच्या जागेची बदलाबदल करून हाच खेळ खेळून पाहा. सूचनेप्रमाणे कृती करणेही तेवढेच कठीण असते.

आपण बऱ्याचदा संवाद करणे सोपे आहे असे गृहीत धरतो. आपले विचार दुसऱ्याला समजावून सांगणे तितके सोपे नसते. विज्ञानात संवाद साधणे हे महत्वाचे कौशल्य आहे. कारण जेव्हा गुंतागुंतीची परिस्थिती उद्भवते, त्यानुसार निर्णय घ्यायचे असतात. तेव्हा नेमके विचार पोचणे, समजणे आवश्यक असते. या प्रयोगामुळे मुलांना सांगणे-समजणे या क्रिया नेमकेपणाने कशा कराव्यात याचा वस्तुपाठ मिळतो. आपण करतो तसाच विचार दुसरे करतात असे नाही, हेही समजते. एका माणसाला समजलेली गोष्ट दुसऱ्याला समजेलच असे नाही. शब्द तेच असले तरी अर्थ मात्र ऐकणाऱ्या माणसावर अवलंबून असतो.

- जीभ आहे पण बोलत नाही.
- पाय आहेत पण चालत नाही.
- चाल चाल चालते पण जागेवरून हलत नाही.

आपण '६' '१२३४' '८' '९१०' '४' : १२३४



निरीक्षण की परीक्षण?

आपल्या सभोवती पाहा, तुम्हांला काय दिसते? निरीक्षण आणि परीक्षण यांना विज्ञानात फार महत्त्व आहे. खालील खेळातून तुमच्या चौकस दृष्टीची परीक्षा होईलच.

साहित्य : दहा ते पंधरा लहान वस्तू, झाकण्यासाठी एक कपडा, कागद, पेन्सिल.

कृती :

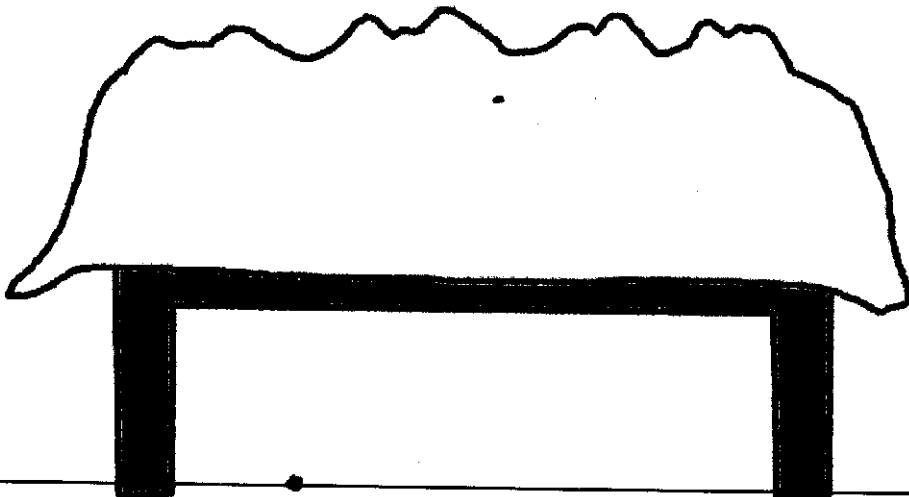
१. दहा ते पंधरा छोट्या वस्तू एका टेबलवर नीट रचून ठेवा. या वस्तू कशाशी तरी संबंधित, आसपासच्याच असाव्यात. (उदा. फुलदाणीतील फूल, बुटातील मोजा, कपाटातील पुस्तक, कंपासमधील खोडरबर... वगैरे. बाहेर अंगणात खेळत असाल तर झाडाचे पान, वाळलेली काटकी, फरशीचा तुकडा... वगैरे.)
२. जमा केलेल्या वस्तू कुणाला न दाखवता त्यावरती कपडा पसरून झाकायच्या आहेत.
३. सर्वांनी त्या टेबलाभोवती उभे राहायचे आहे. एका मिनिटासाठी कपडा काढून घ्यायचा आहे. वयोगट बघून वेळ कमी जास्त करावी.
४. वेळ संपताच वस्तूंना कपड्याने परत झाकायचे आहे. प्रत्येकाने जे जे पाहिले आहे त्याची यादी कागद, पेन्सिल घेऊन स्वतंत्रपणे करायची आहे, त्यासमोर भोवती असलेल्या संबंधित वस्तूचेही नाव लिहायचे आहे. यासाठी ठरावीक वेळ द्यायचा आहे. आपली यादी दुसऱ्याला दाखवू मात्र नका.

५. वेळ संपताच टेबलाभोवती जमून आपण केलेली यादी एकमेकांशी ताडून बघा. या वेळी वस्तूंवरचा कपडा काढून घ्या. कितीजणांना सर्व वस्तू आठवत आहेत? त्या वस्तूशी संबंधित वस्तू कितीजणांनी अचूक लिहिल्या आहेत? यादी नीट तपासून पाहा. वस्तूतील संबंधाचे निरीक्षण करा (उदा. फुलापुढे- फुलदाणी, जास्वंदीचे फूल, पुस्तकापुढे-कवितांचे पुस्तक असा तपशील असला तर निरीक्षण चांगले आहे.). जितक्या जास्त वस्तू नोंदल्या आहेत, संबंधित वस्तू अचूकतेने लिहिल्या आहेत तितकी शोधक वृत्ती चांगली आहे. आपण निरीक्षण किती लक्षपूर्वक करतो याची परीक्षा हा खेळ करतो. आपल्याला एकसारख्या वाटणाऱ्या वस्तूंमध्ये किती फरक आहे हेही कळून येते.

नीट निरीक्षण केले तर सभोवतीच्या साध्या वस्तूदेखील मजेदार वाटू शकतात. निरीक्षण हा विज्ञानाच्या वाटेवरचा कोपरा आहे. नीट ओलांडला तर नवे आढळते, पुढे जाता येते. निरीक्षण फक्त डोळ्यांनीच करावे असे नाही. इतर ज्ञानेंद्रियेही वापरावीत (उदा. स्पर्श, वास, आवाज...).

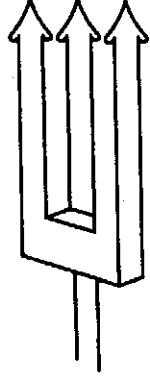
वस्तूबद्दल सर्वार्थाने समजलेली माहिती एकत्रित करून पूर्ण माहिती घेणे ही पद्धत विज्ञानाच्या अभ्यासासाठी उपयोगी पडते.

?



दिसते तसे नसते, म्हणून तर...

डोळ्यांना प्रथम जे दिसते ते काही वेळा दुसऱ्या प्रकारानेही पाहता येते. विज्ञानामध्ये वस्तू अनेक प्रकाराने पाहणे याचा समावेश होतो. खालील चित्रे पाहा आणि समजून घ्या.

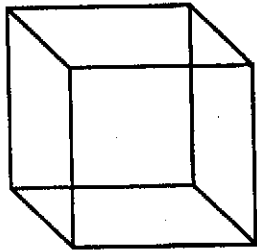


या चित्रात रेघेवरीलवरील भागावर हात ठेवून पाहिले तर दोन बाणांचे खांब दिसतील. रेघेच्या खालील भाग झाकून पाहिला तर तीन बाण दिसतील. हा त्रिशूळ त्रिमितीमध्ये आहे, त्याचे दोन मितींत चित्र काढताना तसे दिसू शकते.

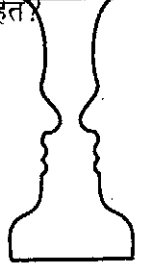


या चित्रातील दोन रेषा समान लांबीच्या आहेत. आपण त्या पट्टीने मोजून पाहू शकतो. प्रत्यक्षात बाणांच्या दिशेमुळे त्या असमान लांबीच्या दिसतात. खालची रेषा लांब वाटते.

ही घनाकृती दोन तऱ्हेने दिसू शकते. उजव्या बाजूला खाली उतरत गेलेली वा डाव्या बाजूला वर चढत गेलेली दिसेल.



ही फुलदाणी आहे की दोन चेहरे आहेत? पृष्ठभाग मागे किंवा पुढे पाहिला तर काय दिसते?



हा चष्मा लावलेला माणूस आहे की उंदीर? आपला मेंदू यांतील फक्त एकच आकृती एकावेळी पाहू शकतो.



ही हॅट आहे की न्हाव्याच्या दुकानातले गळ्याभोवती कपडा गुंडाळलेले गिऱ्हाईक?



दृष्टिभ्रम दोन प्रकारचे असतात. आपली स्मृती आणि अंदाज याचा एकत्र परिणाम म्हणून दृष्टिभ्रम होतात. यामध्ये दिसते तसे विचार न करता पटकन स्वीकारले जाते. दुसरा प्रकार हा डोळ्याच्या रचनेमुळे होतो. समोर जे दिसते आणि मेंदू जे पृथक्करण करतो, अर्थ लावतो त्यांमध्ये फरक पडला की हा प्रकार उद्भवतो. उदबत्ती जोराने फिरवली तर डोळ्यांना जळती रेषा दिसते, पंख्याची पाती फिरताना दिसत नाहीत किंवा तीन मितीतील वस्तू दोन मितींत पाहताना बरेचदा दृष्टिभ्रम होतात. कित्येक प्रसिद्ध चित्रकारांनी याचा उपयोग करून आपली चित्रे उठावदार केलेली आहेत.

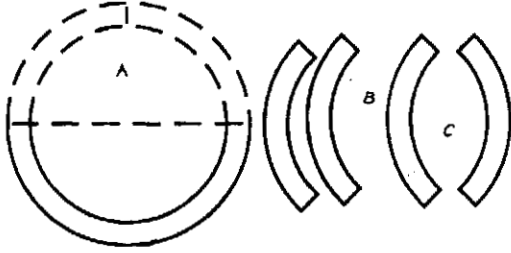
हवेत तरंगणारा पेला?

बरेचदा डोळ्यांना जे दिसते तसे नसते. थोडा विचार केला तर जे वेगळे वाटते ते विज्ञानाच्या आधाराने आपल्याला स्पष्ट करता येईल.

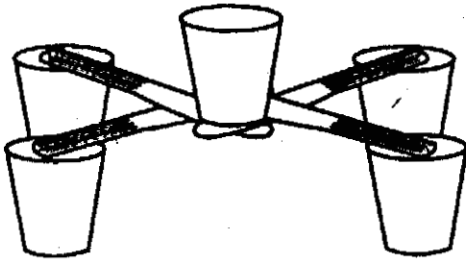
साहित्य : कागद, कात्री, चार सारख्या पट्ट्या (चाकू किंवा मोजपट्ट्या), पाच सारखे पेले.

कृती :

- कागद प्रथम चौघडी घालून गोल कापून घ्यावा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे आखून एका भागाची रुंद कडा कापावी. तयार झालेल्या अर्धगोलाकृती पट्टीचे दोन समान तुकडे करावेत. हे दोन तुकडे जवळ ठेवून निरीक्षण करावे. आकृती क्रमांक २ मध्ये दाखवले आहेत तसे ठेवले तर बाहेरील कंस लहान वाटतो. आकृती क्र. ३ प्रमाणे ठेवले तर ते समान लांबीचे दिसतात. हे तुकडे एकमेकांजवळ वेगवेगळ्या प्रकारे ठेवून पाहा. काय आढळले?



- हवेत तरंगणारा पेला : चार पेले एकमेकांपासून समान अंतरावर ठेवून चौरस करा. पाचवा पेला मध्यभागी ठेवा. चार पट्ट्या अथवा चाकू चौरसाच्या कर्णांच्या दिशेने आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे ठेवा. प्रत्येक पट्टीचे टोक क्रमाने दुसऱ्या पट्टीच्या वर येईल असे अडकवा. धातूच्या पट्ट्या असल्या तर चांगल्या अडकतील. पाचव्या पेल्यावर त्यांची वीण यावी. हलकेच पाचवा पेला काढून वरती ठेवा. हा पेला हवेत ठेवला आहे असे दिसेल.



पहिल्या कृतीतील रुंद कंस समान लांबीचे आहेत. आपले डोळे आणि मेंदू जवळ असलेल्या गोष्टीची तुलना करून निर्णय घेतात, अर्थ लावतात. त्यामुळे आकृती क्रमांक २ मध्ये एका कंसाची आतील बाजू आणि दुसऱ्या कंसाची बाहेरील बाजू यांची तुलना केली जाते. कंसाची आतील बाजू कमी लांबीची असल्यामुळे 'अ' कंस 'ब' पेक्षा लहान भासतो. आकृती क्र. ३ मध्ये दोन्ही कंसांच्या समान लांबीच्या आतील बाजू जवळ असल्यामुळे ते समान लांबीचे दिसतात.

दुसऱ्या कृतीमध्ये पेला तोलता येतो हे पहिल्यांदा अशक्य वाटते. पण खाली पट्ट्या एकमेकांत गुंतल्यामुळे त्यांची घट्ट वीण बनते आणि त्याचा आधार मिळून पेला तोलला जातो. दोन्ही कृतींमध्ये विज्ञानाचा आधार घेऊन स्पष्टीकरण करता येते.



आगगाडीतून प्रवास करताना खिडकीजवळ बसणे मुलांना खूप आवडते. खिडकीबाहेर जे दिसत आहे ते मुलाला नीट पाहायला सांगा. गाडी गावाबाहेर सपाट प्रदेशात असताना जवळच्या वस्तू जोराने मागे पळत आहेत तर दूरच्या वस्तू सावकाश आपल्याबरोबर येत आहेत असे दिसते. दृष्टी स्थिर ठेवून पाहिले तर सर्व गोलाकारात फिरते आहे असे दिसेल. जवळच्या वस्तूपासून नजर सावकाश दूर नेली तर मागे जाणे आणि सोबत येणे यामधील स्थिर बिंदू, म्हणजे त्या वर्तुळाचा केंद्रबिंदूही दिसेल. याचे कारण डोळ्यांना दिसणारा गतिभ्रम. वस्तूचा डोळ्याशी होणारा कोन ज्या गतीने बदलतो ती गती त्या वस्तूला आहे असे मेंदू समजतो. प्रत्यक्षात आपल्याला गती आहे आणि बाहेरचे स्थिर आहे हे ठाऊक असते. रात्री चालताना चंद्राकडे पाहिले तर चंद्रही सोबत चालतो आहे असे वाटते. आपण थांबलो की चंद्रही थांबतो, याचे कारण दृष्टिभ्रम हेच आहे.

तुम्हीच लढवा शककल

काही लोकांना नव्या कल्पना सुचतात म्हणून विज्ञानातील शोध लागतात. चव, वास, आवाज, स्पर्श, दृष्टी या नेहमीच्या संवेदनांची कल्पना करून पाहा. तुम्हांला वाटते तितके ते सोपे नसते.

कृती :

खाली दिलेल्या कल्पना आपल्या मनाशी करून पाहा. तुमच्या कल्पनाशक्तीची तुम्हीच परीक्षा घ्या. आपल्याला कल्पना करणे सोपे, कठीण, अशक्य वाटते आहे अशी वर्गवारी तुम्ही करू शकाल.

- काही सोप्या कल्पना प्रथम करा. शेंगदाण्याचा वास आणि चव, रॉकेलचा वास, केळ्याचा वास-चव, झोपाळ्यावर आपण झुलतो आहोत, पेरूमध्ये दात रोवतो आहोत, उतारावरून धावत आहोत, जवळून हातगाडी जाते आहे, जमिनीवर चेंडू अथवा काचेचा पेला पडतो आहे, पाण्यात पोहतो आहोत... इत्यादी. या कल्पना करताना होणाऱ्या संवेदना डोळे उघडून वा मिटून पाहा.
- एकमेकांत मिसळलेल्या कृतींची कल्पना करा. पोळीभाजी खाताखाता आपण आंबा खातो आहोत, लंगडी घालता घालता दोरीवरच्या उड्या मारतो आहोत, सायकल चालवताना चेंडू हवेत फेकतो आहोत, खड्डे खणून झाडे लावताना फुलपाखरू पकडतो आहोत, उंचावरून पाण्यात सूर मारतो आहोत... हे सर्व कल्पनेत करताना

शास्त्रज्ञ तुमच्या आमच्यासारखे वाचतात, लिहितात, बघतात, विचार करतात आणि प्रश्नांची उत्तरे शोधायचा प्रयत्न करतात. हे सर्व करत असताना सतत नव्या कल्पनांचा वापर करतात. कल्पना सुचत राहते हा शास्त्रज्ञांचा महत्त्वाचा गुणधर्म आहे. वरील कल्पनांप्रमाणे सराव करत राहिले तर आपल्या मेंदूला व्यायाम होतो आणि तो सुदृढ, तल्लख राहतो.

जसे विटा रचून घर बांधले जाते, सत्य, निरीक्षण वापरून विज्ञान उभे राहते, फक्त विटांचा ढीग केला तर घर बनत नाही तसेच फक्त सत्ये एकत्र करून विज्ञान उभे राहत नाही. त्याची नीट विचारपूर्वक बांधणी होणे महत्त्वाचे आहे.

आवाज, वास, स्पर्श... सर्व संवेदना स्पष्ट, वेगळ्या यायला हव्या.

- कठीण कल्पना करा. आपण आगीत प्रवेश करत आहोत, लहान दगड बनून नदीच्या प्रवाहात आपटत तळाजवळून वाहत आहोत, लाट बनून समुद्रकिनार्यावर आदळतो आहोत, पावसाचे थेंब बनून जमिनीवर पडतो आहोत, कळीचे फूल होतो आहोत, ध्वनिलहर होऊन कानात शिरतो आहोत... इत्यादी.
- इतरांना अशक्य वाटेल अशी कल्पना तुम्हांला करता येते का?

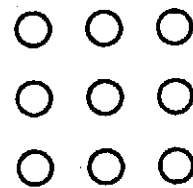
या ठिपक्यांचे कोडे सुटेल का?

विज्ञानात प्रश्न सोडवले जातात. खाली दिलेले नऊ ठिपके पेन्सिल न उचलता तुम्हांला जोडता येतील का?

साहित्य : कागद, पेन्सिल.

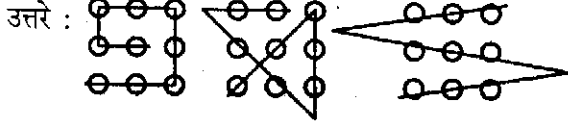
कृती :

- कागदावर खालीलप्रमाणे नऊ ठिपके काढा.



२. हे ठिपके पेन्सिलीने ती कागदावरून न उचलता जोडायचे आहेत. किती रेषा वापरून तुम्ही हे करू शकता? पाच रेषा, चार रेषा, तीन रेषा वापरून हे ठिपके जोडता येतील का? प्रयत्न करून पाहा.

या ठिपक्यांना जोडण्यासाठी त्यांचा चौरसाकृती आकार विसरून दुसरे आकार बघणे महत्त्वाचे आहे.



मीठ आणि मोहरी समप्रमाणात मिसळून एक वाटी तुमच्याकडे दिली, तर तुम्ही मोहरी वेगळी कशी कराल? याचे उत्तर 'करणे शक्य नाही' असे आहे का? थोडे विज्ञान वापरून हा प्रश्न सोडवता येतो. उदा., प्रत्येक मोहरीचा दाणा वेचून काढणे हे उत्तर बरोबर असले तरी वेळ खाणारे, कटकटीचे आहे. वाटी पेलाभर पाण्यात उपडी केली तर मीठ विरघळते आणि मोहरी गाळणे वापरून वेगळी करता येईल. सुपात घोळून वेगळी करता येईल. तुम्हांला आणखी मार्ग सुचतो का?

बैल किंवा घोडे वापरताना त्यांच्या डोळ्यांभोवती झापडे लावतात. त्यामुळे त्यांना आजूबाजूचे काही दिसत नाही. फक्त समोरचे दिसते. बाजूचे बघून त्यांनी घाबरून, बुजून जाऊ नये हा हेतू त्यामागे आहे. बैल, घोड्यांसाठी झापडे योग्य आहेत पण माणसाने अशी मनाला झापडे लावली तर सोपे प्रश्नही सोडवणे कठीण जाते.

पेल्यांचा क्रम कसा बदलणार?

प्रश्नाकडे दुसऱ्या दृष्टीने पाहणे हा प्रश्न सोडवण्याचा एक मार्ग आहे. खाली दिलेले पेल्याचे कोडे हवे तसे मांडायचे असले तर आपली दृष्टी बदलून बघू या.



साहित्य : सहा पेले, पाणी.

कृती :

तीन भरलेले आणि तीन रिकामे पेले आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे एका ओळीत ठेवा.

१. एक भरलेला व एक रिकामा अशा क्रमाने हे पेले एकाआड एक असे ओळीत मांडायचे आहेत. अट एकच आहे, तुम्ही एका वेळी एकाच पेल्याला स्पर्श करू शकता किंवा हलवू शकता.
२. एका खोक्यामध्ये ८ काळे आणि ८ पांढरे पायमोजे मिसळून ठेवले आहेत. सर्व मोजे एकाच मापाचे आहेत. डोळे मिटून त्यांतले कमीतकमी किती मोजे

तुम्ही बाहेर काढले तर तुम्हांला एका रंगाची जोडी नक्की हातात मिळेल?

उत्तरे :

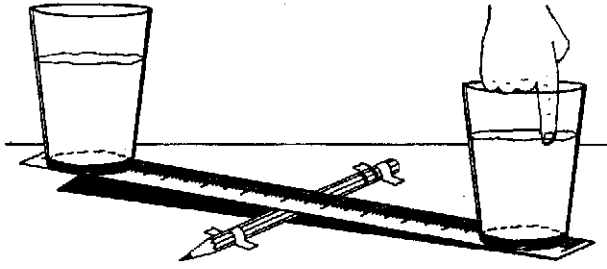
१. चौथा पेला उचलून त्यातील पाणी पहिल्या पेल्यात ओतले आणि चौथा पेला परत जागेवर ठेवला तर आपल्याला हवा तसा क्रम मिळतो. हे कोडे सोडवताना पेला हलवणे हा विचार मुख्य असतो. त्यामुळे पेला उचलून पाणी ओतणे ही कृती आपल्याला सुचत नाही. कोड्याकडे पाहायची दृष्टी बदलली तर उत्तर सुचू शकते.
२. तीन! दोन पायमोजे बाहेर काढल्यावर तिसरा पांढरा अथवा काळा असेल आणि एक जोडी हातात येईल.

काही वेळा प्रश्नाचे उत्तर समोर असते, काही लोकांना ते पटकन दिसू शकते. तेच उत्तर इतरांना तितक्या सहजपणे दिसत नाही. अनेक वैज्ञानिक शोध याच प्रकाराने लागलेले आहेत.

आपले बोट किती वजनदार आहे?

पाण्याने भरलेल्या पेल्यात बोट बुडवले तर त्या पेल्याचे वजन वाढते का? या प्रश्नाचे उत्तर पटकन 'नाही' असे येईल. प्रत्यक्ष प्रयोग करून बघू या.

साहित्य : दोन प्लॅस्टिकचे पेले, पाणी, षट्कोनी पेन्सिल, चिकटपट्टी, फूटपट्टी.



कृती :

१. दोन चिकटपट्ट्यांच्या साहाय्याने षट्कोनी पेन्सिल टेबलावर चिकटवा.
२. त्यावर आडवी फूटपट्टी ठेवा. फूटपट्टीचा मध्यबिंदू पेन्सिलीवर ठेवा म्हणजे ती तोलली जाईल.
३. दोन्ही पेल्यांत २/३ भरेल इतके समान पाणी भरा.
४. हे पेले पट्टीच्या दोन टोकांवर मध्यापासून सारख्या अंतरावर ठेवा. पेले तोलले जातील. पट्टीचे टोक टेबलाच्या पृष्ठभागाला टेकता कामा नये.

५. यांपैकी एका पेल्यात बोट बुडवले तर काय होईल?
६. पेला टेबलावर टेकला जाईल. बोट काढून घेतले की पेला परत वर येईल. हीच कृती दुसऱ्या पेल्यात करून पाहा.
७. हा एक छोटा सीसॉ आहे. सीसॉवरती वस्तू तोलल्या असताना एका बाजूचे वजन वाढले तर ती बाजू खाली जाते. यावरून असा निष्कर्ष काढता येईल की बोट बुडवल्याने पेल्याचे वजन वाढते.

असे का घडते? पाण्यामध्ये जेव्हा बोट बुडवले जाते तेव्हा पाणी बाजूला सारले जाते. याचा परिणाम म्हणून पाण्याचा ऊर्ध्व दिशेने पडणारा दाब बोटार कार्य करतो. हा दाब बोटाने बाजूला सारलेल्या पाण्याच्या वजनाइतका असतो. पेल्यामध्ये पाण्याची पातळी वाढलेली दिसते. पाण्यात बोट बुडवल्याने तितक्या आकारमानाचे पाणी पेल्यात ओतले आहे असे म्हणता येईल. अशा तऱ्हेने वजन वाढते आणि पट्टी खाली टेकते. बोट काढून घेताच पातळी पूर्वपदावर येते.

या छोट्या सीसॉचा उपयोग करून तुम्ही तरफेचा पहिला प्रकार अभ्यासू शकता. वेगवेगळी नाणी पट्टीच्या दोन टोकांवर ठेवून पट्टी तोलता येते का पाहा. नाण्यांची संख्या आणि त्यांचे पट्टीच्या मध्यापासून असलेले अंतर कमी अथवा जास्त करून तोलून पाहा. तसेच पट्टीच्या दोन बाजूंचे पेन्सिलीपासून असलेले अंतर कमी अथवा जास्त करून तोलणे ही कृती अभ्यासता येईल.

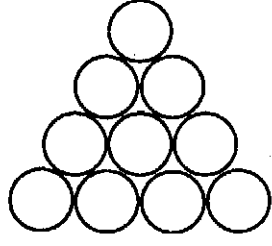
जरा दिशा तर बदला...

उत्तराच्या दिशेकडून प्रश्नाकडे गेल्यास कधीकधी प्रश्न सोडवता येतात. खाली ठेवलेल्या नाण्यांची उतरंड उलट दिशेने कशी करता येईल बरे आपल्याला?

साहित्य : दहा नाणी अथवा बांगडीसारख्या गोल वस्तू.

कृती :

१. दहा नाणी एका पृष्ठभागावर त्रिकोणी आकारात रचा. आकृतीमध्ये दाखवले आहे त्याप्रमाणे त्याचे टोक वरती हवे.

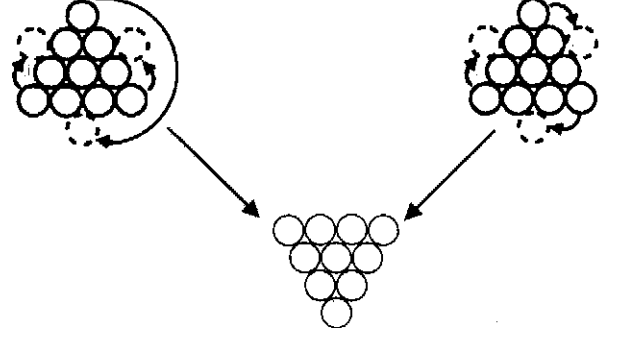


२. यातील फक्त तीन नाणी हलवून या त्रिकोणाचे टोक खाली करता येते का?
३. खालील अक्षरे एका तर्कशुद्ध समूहाचा क्रम आहे. तुम्ही हा समूह ओळखता का? या समूहातील पुढची चार अक्षरे कोणती?
ए, द, त, च, प, स...

एक उत्तर घेऊन प्रश्नाकडे येणे ही प्रश्न सोडवण्याची एक पद्धत आहे. यामध्ये उत्तराकडून प्रश्नाकडे प्रवास होतो. उत्तर प्रश्न सोडवू शकले नाही तर दुसरे उत्तर घेऊन प्रयत्न केला जातो. विज्ञानातील प्रयोग अशा पद्धतीने केले जातात.

या पद्धतीस 'ट्रायल अँड एरर' पद्धत म्हणतात. कधीकधी अनेक उत्तरे वापरून प्रश्नापर्यंत पोचता येत नाही. वरील नाण्याच्या प्रश्नामध्ये 'त्रिकोणाचे टोक खाली हवे' या उत्तराकडून सुरुवात करून प्रश्न सोडवता येतो.

बाणाच्या दिशेने नाणे हलवून ठेवायचे आहे.



प्रश्न क्र. ३ मधील अक्षरे लक्षपूर्वक पाहा. ती एक ते सहा या आकड्यांची पहिली मूळ अक्षरे आहेत. पुढील अक्षरे ओळखणे अगदीच सोपे आहे.

स, अ, न, द

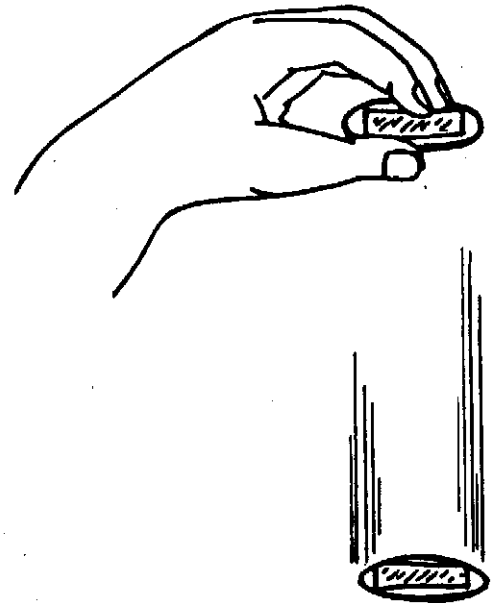
हवेतील वस्तूची शर्यत

हवेच्या गतिशास्त्राची तत्त्वे समजली तर एक गंमत करता येते. कागदाचा कपटा आणि नाणे एकाच वेळी जमिनीवर पोचेल असे टाकता येईल यावर विश्वास बसेल?

साहित्य : नाणे, कागद, कात्री.

कृती :

१. नाण्यापेक्षा किंचित लहान असा कागदाचा गोल कपटा कापावा.
२. एकाच उंचीवरून एकाच वेळी नाणे आणि कपटा जमिनीवर टाकायचे आहेत. दोन्ही एकाच वेळी जमिनीवर पोचले पाहिजेत. प्रयत्न करून पाहा.
३. कपटा नाण्यावर ठेवा आणि हलकेच दाबा. म्हणजे कपटा आणि नाणे यामध्ये हवा राहू नये. तसेच कागदाचा थोडाही भाग नाण्याच्या बाहेर येऊ नये. हवा राहिली किंवा कागद बाहेर राहिला तर खाली



- पडताना, गतीला वरच्या दिशेने होणाऱ्या हवेच्या विरोधामुळे कागद सावकाश खाली येईल. तसेच खाली पडताना नाणे जमिनीला समांतर हवे. दोन्ही एकदम टाकून पाहा. जमिनीवर दोन्ही गोष्टी एकत्रच पोचतील.
४. कागद नाण्याच्या खाली ठेवून टाकले तरी ते एकदम पोचतील. कारण नाणे आपल्या वजनामुळे कागद खालीच ठेवते. ही कृती झटकन व्हावी नाहीतर दोन्ही वेगळे होतात.
५. खेळातील पत्ता उभा खाली टाका. तो सरळ पडतो का पाहा. त्यानंतर पत्ता आडवा टाका. पहिल्या कृतीला पत्त्याची कड हवेचे थर कापत जमिनीवर पोचते. पत्ता आडवा असतो तेव्हा खालील बाजूने हवेचा विरोध कार्य करतो आणि पत्त्याची गती मंदावते. उभा पत्ता पडताना तिरका होण्याची शक्यता असते. पण आडवा पत्ता तसाच सावकाश खाली पडतो.

हवेतून प्रवास करणाऱ्या वस्तूंना घर्षणामुळे विरोध होत असतो. हा विरोध वस्तूचा आकार आणि वेग यांवर अवलंबून असतो. विशिष्ट आकार तसेच गुळगुळीत पृष्ठभाग असला तर वहनाला होणारा विरोध कमी होतो. कागद आणि नाणे खाली पडताना हा विरोध गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध दिशेने कार्य करतो. नाण्याचे वजन जास्त असल्याने त्यावर या विरोधाचा परिणाम जाणवत नाही. कागद हलका असल्याने तरंगत खाली येतो. कागद व नाणे यांमध्ये हवा नसेल तर ते एकत्र जमिनीवर पडतील. हवाच नसेल तर (उदा. चंद्राचा पृष्ठभाग) एका वेळी टाकलेल्या सर्व वस्तू एकाच वेळी जमिनीवर पोहोचतील.

सर्व आधुनिक वाहने (उदा. विमान, वेगवान गाड्या, रॉकेट, अवकाशयाने) तयार करताना हवेच्या गतिशास्त्राचा (एरोडायनॅमिक्स) विचार केला जातो.

उलट दिशेने येणारा चेंडू

टेबलाच्या पृष्ठभागावर चेंडू असा टाकायचा आहे की तो परत आपल्याकडे यायला हवा. प्रश्न सोडवताना अनेक प्रकारांनी प्रयत्न केल्यावर एक उत्तर बरोबर मिळते. गतीचे नियम योग्य रितीने वापरले तर वरीलप्रमाणे चेंडू टाकता कसा येईल?

साहित्य : अनेक प्रकारचे चेंडू (रबरी, पिंगपाँग, प्लॅस्टिक, टेनिस इ...).

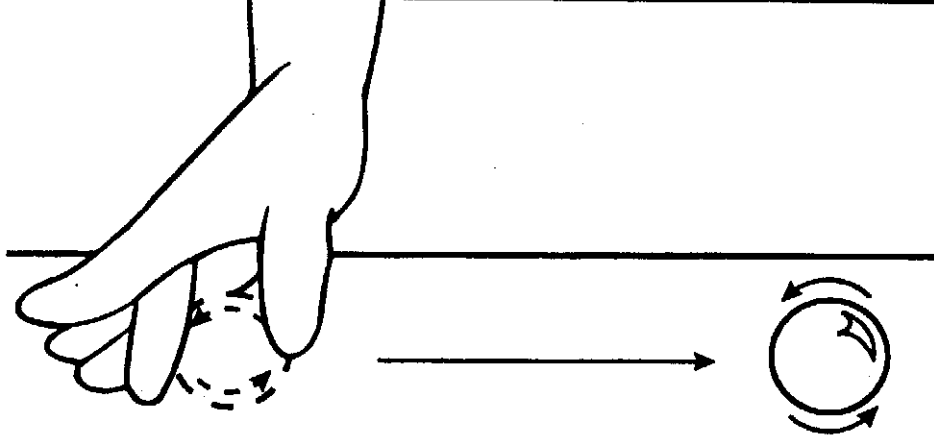
कृती :

१. टेबल किंवा फरशीसारख्या सपाट पृष्ठभागावर हा चेंडू विशिष्ट तऱ्हेने ढकलायचा आहे, जेणेकरून तो परत आपल्याकडे येईल.
२. सुरुवातीला दोन हातांमध्ये इकडून तिकडे ढकलत चेंडूच्या गतीचा सराव करावा.
३. चेंडूच्या गतीची नीट कल्पना आली की एका जागेपासून दुसऱ्या जागी सरकात नेणे, चाक फिरते तसे गोल फिरवत नेणे, स्वतःभोवती गरगर फिरवत सरकवणे

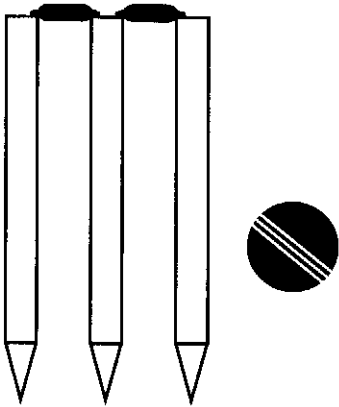
अशा वेगवेगळ्या गती देऊन सराव करावा. परत येण्यासाठी कशी गती देता येईल याबद्दल विचार करावा.

४. उजव्या हाताचा अंगठा आणि तर्जनी यांमध्ये चेंडू धरावा. बोटांच्या मधल्या पेराच्या साहाय्याने चेंडू स्थिर ठेवावा. हाताचा धक्का देऊन चेंडू पुढे ढकलताना अंगठा आणि तर्जनी विरुद्ध दिशेने फिरवून चेंडूला स्वतःभोवती फिरण्यासाठी उलट दिशेने गती द्यावी. ही कृती सरावाने एका झटक्यात जमते. हाताच्या ढकलण्याने चेंडू पुढे जाईल आणि परत मागे येईल.
५. त्यानंतर वेगवेगळे आकारमान, वजन, पोट असलेल्या इतर चेंडूंवर हाच प्रयोग करून पाहावा. कोणत्याही प्रकारचा चेंडू या पद्धतीने फेकता येतो का? प्रत्येक वेळी हीच कृती उपयोगी पडते का?

पूर्वीच्या काळी 'बूमरँग' नावाचे लाकडाचे अस्त्र अशाच प्रकारे फिरवत फेकत असत. लक्ष्यभेद करून ते परत फेकणाऱ्याकडे येत असे.



चेंडूची एक गती हाताच्या धक्क्याने पुढे जाणे आहे. त्याच वेळी विरुद्ध दिशेने चक्राकार गती दिलेली आहे. चेंडू पुढे जाताना सरकत जातो, फिरत जात नाही. त्या गतीचा प्रभाव शून्यावर आला की विरुद्ध दिशेची चक्राकार गती चेंडूला परत मागे आणते. चिखलात सायकलचे चाक रुतले की बाहेर काढताना प्रथम सरकणे, मग फिरणे या कृती घडतात. या कृती विरुद्ध दिशेने घडल्या तर जसे होईल त्याप्रमाणे चेंडू पुढे आणि मागे जातो. या तंत्रात योग्य असे बदल करून वेगवेगळे चेंडू सरळ, तिरके, असे फिरवत फेकता येतात. क्रिकेटच्या खेळात फिरकी गोलंदाज हेच तंत्र वापरतात म्हणून उसळी घेऊन टप्पा पडल्यावर चेंडू दिशा बदलतो.



न्यूटनच्या पहिल्या नियमानुसार पदार्थाचे 'जडत्व' या ठिकाणी कार्य करते. गतिमान वा स्थिर वस्तू त्याच स्थितीत राहायचा प्रयत्न करतात. पदार्थाच्या या गुणधर्माला 'जडत्व' असे म्हणतात. यामध्ये फक्त बाह्य बल (फोर्स) बदल घडवू शकतो. अंडे जर कच्चे असेल तर गती दिल्यावर त्यात असलेल्या अर्धद्रव बलकाला गती मिळते. बोटाने थांबवले तरी आतल्या बलकाची गती पूर्ण शून्यावर येत नाही. बोट उचलताच फिरणारा अर्धद्रव अंडे परत फिरवतो. उकडलेले अंडे घनरूप असते त्यामुळे बोटाने थांबवताच पूर्ण अंडे थांबते.



अंडे न फोडता ते कच्चे आहे का उकडलेले आहे हे कसे ओळखायला जमेल?

अंडे टेबलावर ठेवून ते स्वतःभोवती फिरेल अशी गती त्याला दोन बोट वापरून द्या. नळ फिरवताना आपण बोट वापरतो तीच कृती झटक्याने केली तर अंडे गरगर फिरू लागते. नंतर बोटाने ती गती हलकेच थांबवा आणि पटकन बोट उचला. उकडलेले अंडे तसेच स्थिर राहिल, पण कच्चे अंडे परत फिरू लागेल.

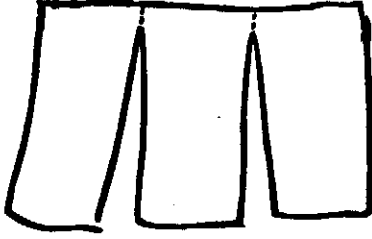
फेकल्यावरही न फुटणारे अंडे

काही वेळा प्रश्न सोडवताना आपल्या मर्यादा ओळखाव्या लागतात. कागद फाडून तीन तुकडे करणे सोपे आहे? बघूया बरे!

साहित्य : कागद (वर्तमानपत्र, ताव, टीपकागद, पताकांचा कागद वगैरे), कात्री.

कृती :

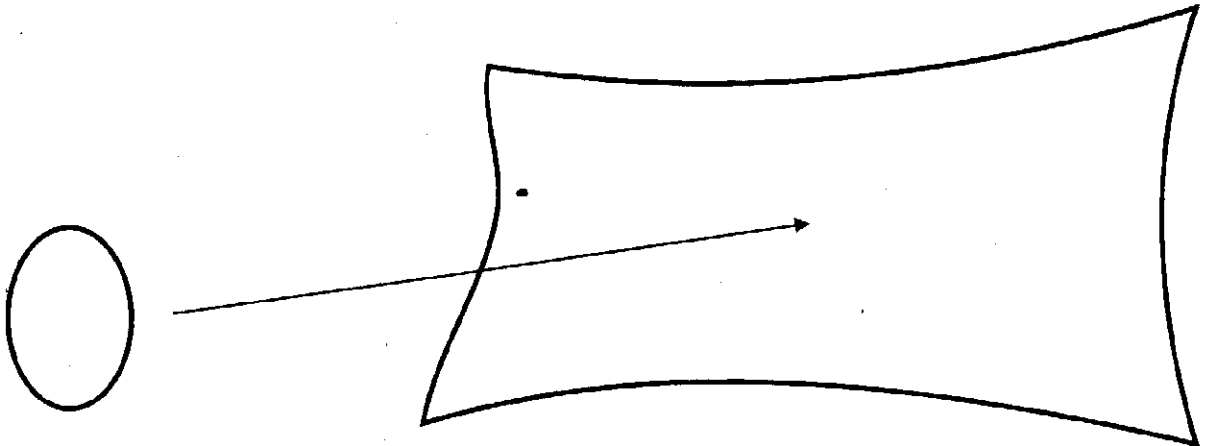
- कागदाला $3/4$ उंचीपर्यंत आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे उभे कापून घ्यावे.



- कागद दोन हातांत आडवा धरून वरच्या बाजूला दोन्ही दिशांनी खेचायचा आहे. त्याचे तीन तुकडे व्हावेत आणि मधला तुकडा खाली पडावा. जमते का पाहा.
- हा कागद कशाही प्रकारे आधी काप घेऊन फाडायचा प्रयत्न केला तरी असे तुकडे करणे शक्य होत नाही. वेगवेगळ्या रितींनी काप घेऊन प्रयत्न करा.
- हीच कृती वेगवेगळ्या प्रकारचे कागद वापरून करून पाहा. कागदाच्या प्रकारावर या कृतीचे यश अवलंबून आहे का?

अंडे न फोडता फेकता येईल का? दोन मुलांनी एक चादर आपल्या हातात पसरून उभी धरावी. प्रत्येकाने एक टोक डोक्याजवळ आणि दुसरे कमरेखाली धरायचे आहे. म्हणजे आडवी झोळी तयार होईल. या चादरीवर कितीही वेगाने अंडे फेकले तरी फुटत नाही. फक्त ते चादरीबाहेर पडता कामा नये. असे का होते? अंड्याची गती थांबवण्यासाठी चादर मागे जाते आणि अंडे सावकाश थांबते. गती थांबवण्यासाठी जितका वेळ लागतो तितका जोर कमी लागतो, आणि अंडे फुटत नाही. पृष्ठभाग कठीण असेल तर फेकलेल्या वस्तूची गती पटकन कमी होते आणि अधिक प्रमाणात जोर लागतो त्यामुळे वस्तू फुटते. उंच झाडांवरून फळे उतरवताना ती गोणपाटावर झेलून खाली ठेवतात त्यामुळे ती फुटत नाहीत.

कागदाचे तीन तुकडे करणे अशक्य का आहे? जे काप कागदावर घेतले आहेत ते अगदी एकसारखे हवेत. तीन तुकडे पडण्यासाठी कागद सारख्याच जाडीचा हवा. दोन बाजूंना लावलेला जोर सारखा आणि एका वेगाने लावायला हवा. हे सर्व एकाच वेळी होणे अशक्य आहे. बाकी सर्व पदार्थांप्रमाणे कागद सर्वांत कमजोर जागी फाटतो. या ठिकाणी काप घेतलेली जागा सर्वांत कमजोर आहे. दोन कापांपैकी जो जास्त कमजोर आहे तो प्रथम फाटायला सुरुवात होते आणि तो काप आणखी कमजोर होतो. अशा प्रकारे कागदाचे दोनच तुकडे होतात. कागदाचा प्रकार बदलला तरी हेच होते.



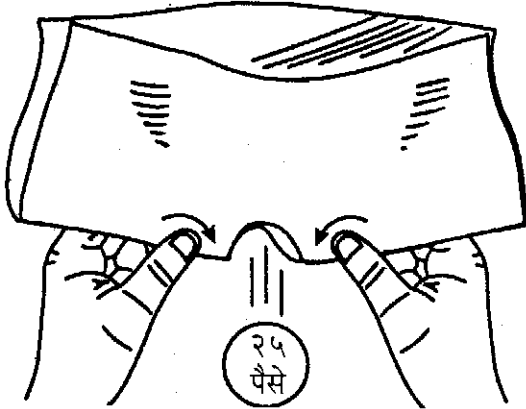
आपल्याला कागदामधल्या भोकातून आरपार जाता येईल का? -

मोठे नाणे त्याहून लहान आकाराच्या भोकातून कसे बाहेर काढाल? एका कागदाच्या तावामध्ये असे भोक पाडायचे आहे की त्यातून माणूस आरपार जाऊ शकेल. हे कसे साध्य करणार?

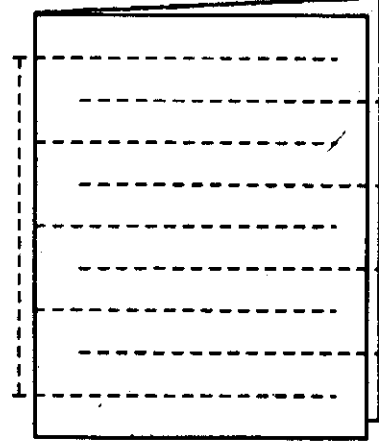
साहित्य : २५ पैसे, ५० पैसे, १ रुपया अशी लहानमोठी गोल नाणी, फूलस्कॅप आकाराचे कागद, कात्री, पेन्सिल, मोजपट्टी.

कृती :

१. २५ पैशाचे नाणे कागदावर ठेवून सभोवती पेन्सिल फिरवून त्याचे माप काढून घ्या. कात्रीने त्या मापाचे भोक काढा. प्रश्न असा आहे की, या भोकातून पन्नास पैशाचे आकाराने मोठे नाणे कागद न फाडता आरपार कसे जाईल? त्यासाठी कागद बरोबर त्या भोकावरती दुमडून घ्या. नाणे भोकाजवळ ठेवा. दुमडलेल्या कागदाचे कोपरे एकमेकांजवळ तिरके आणा. योग्य हालचाल करून मोठे नाणे त्या भोकातून बाहेर काढता येईल. याचा सराव झाला की एक रुपयाच्या नाण्यावर प्रयोग करा.



२. मोठे भोक : कागदाच्या तावातून माणूस आरपार जाऊ शकेल असे भोक पाडणे शक्य आहे. प्रथम कागदाची घडी घाला. मोजपट्टीने कागदाच्या दोन्ही बाजूला आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे सुमारे १.५ सें.मी.



अंतरावर खूणा करून घ्या. आता या कागदाच्या घडीला दोन बाजूंनी कात्री घेऊन काप घायचे आहेत. काप घेताना एक सोडून एक काप एका बाजूला असेल. या कापांची संख्या कितीही असली तरी चालेल, पण ती विषम हवी. जितकी संख्या मोठी तितके मोठे भोक तयार होईल. काप पाडल्यावर वरची आणि खालची बाजू हलक्या हातांनी सोडवून अलग करा. एक मोठे भोक पडेल त्यातून तुम्हीही आरपार जाऊ शकाल.

कागद ही एक मजेदार वस्तू आहे. ती दुमडता, फाडता, कापता, चुरगळता येते. वरील कोडी सोडवण्यापूर्वी कागदाचे आपण काय काय करू शकतो याचा विचार करावा. कागद अमुक तऱ्हेने कापला तर काय होईल ते नजरेसमोर आणून पाहा, आणि मग प्रयोगाने पडताळून पाहा. कागदाच्या कितीतरी वस्तू बनवता येतात.

जितके तुम्ही माझ्यातून काढून घ्याल तितका मी मोठा होत जाईन. मी कोण?

५/६ : १५६

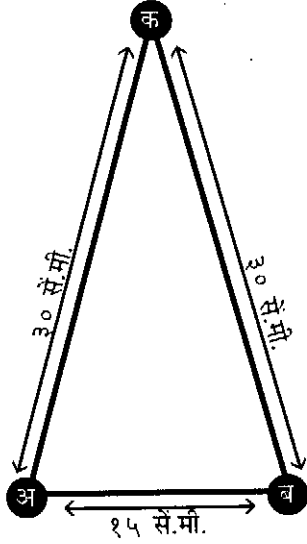
वाचवा ज्वालामुखी बेटावरच्या लोकांना

ज्वालामुखीच्या बेटावरती काही माणसे अडकली आहेत. हाती असलेल्या वस्तू वापरून तुम्ही त्यांना सुरक्षित जागी कसे हलवाल?

साहित्य : कागद वा खडू वापरून काढलेले तीन गोल, काठ्या किंवा कागदी पट्ट्या.

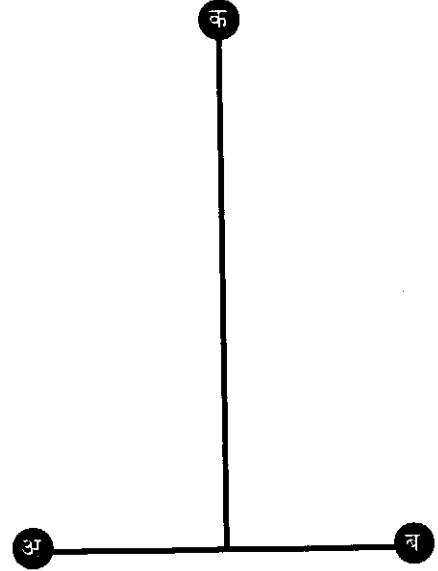
कृती :

- तीन बेटे एका समद्विभुज त्रिकोणाच्या तीन बिंदूपाशी ठेवा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे अ आणि ब मधील अंतर १५ सें.मी. तर 'क'चे अंतर या दोन्ही बिंदूपासून दुप्पट म्हणजे ३० सें.मी. ठेवा.



- तीन पूल (काठ्याचे वा कागदी पट्ट्यांचे) तुमच्याकडे आहेत. एक अ आणि ब यांतील अंतरापेक्षा लहान म्हणजे १३ सें.मी. लांबीचा आहे, दुसरा अ, ब आणि 'क' यांमधील अंतरापेक्षा लहान २८ सें.मी. लांबीचा आहे. तिसरा २० सें.मी.
- समुद्रामध्ये वादळ होऊन बोट फुटली आहे. सर्व प्रवासी 'अ' बेटावर अडकले आहेत. त्या बेटावर एक ज्वालामुखी जागा झाला आहे आणि तो आग ओकतो आहे. 'ब' बेट थोडे सुरक्षित आहे पण त्यावर हिंस्र प्राण्याचे वास्तव्य आहे. 'क' बेट सुरक्षित आहे. उपलब्ध असलेले तीन पूल वापरून या प्रवाशांना

'क' बेटावर कसे न्याल? पूल एकमेकांना जोडून लांबी वाढवता येत नाही हे लक्षात असू घ्या.



हा प्रश्न सोडवताना त्रिकोणाच्या भूमितीची सोपी तत्त्वे वापरून उत्तर काढावे, किंवा हे तीन पूल वेगवेगळ्या प्रकारांनी ठेवून बेटे जोडून पाहावी आणि उत्तर काढावे. भूमितीचे ज्ञान प्रश्न पटकन सोडवू शकते.

आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे २० सें.मी. पुलाने अ व ब बेटे जोडा आणि त्या पूलाच्या मध्यभागापासून 'क' बेटावर २८ सें.मी. लांबीचा पूल ठेवा. तिसरा पूल वापरावा लागत नाही.

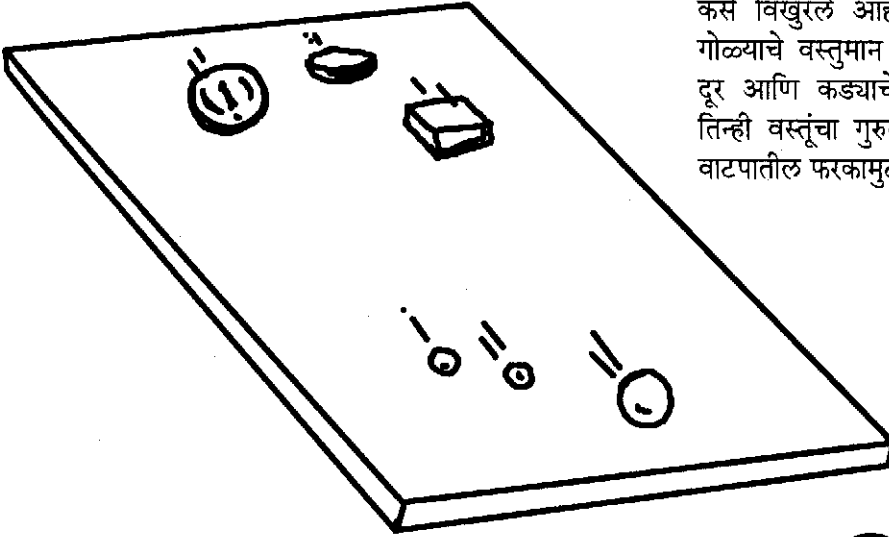
एकत्र जमले, की एक खेळ खेळला जातो. पिशवीतील शेंगदाण्यांची, चॉकलेटांची किंवा तशा लहान वस्तूंची संख्या ओळखणे. ज्याचे उत्तर प्रत्यक्ष संख्येच्या जवळ येईल तो त्या पिशवीच्या बक्षिसाचा विजेता बनेल. विज्ञानाच्या साहाय्याने हा प्रश्न कसा सोडवाल? प्लॅस्टिकच्या पिशवीतील शेंगदाण्यांचा आकडा काढण्यासाठी प्रथम पिशवीचे वजन करा. मग एका लहान वाटीचे वजन करा. त्या वाटीत दहा शेंगदाणे घालून वजन करा. या दोन वजनांतील फरक दहा शेंगदाण्यांचे वजन देईल. दहाने भागले तर एका शेंगदाण्याचे वजन येईल. पिशवीच्या वजनाला शेंगदाण्याच्या वजनाने भागून एकूण संख्या काढता येते. मग बक्षीस तुमचेच आहे.

‘क’च्या मालिकेत पुढे काय?

वर्तमानपत्राचे दुहेरी पान पसरून उजव्या हातात त्याचा कोपरा धरा. डावरे असाल तर डाव्या हातात धरा. त्याच हाताने त्या कागदाचा मुठीत मावेल असा बोळा बनवायचा प्रयत्न करा. तुम्हांला वाटते तितके ते सोपे जात नाही.

कागदाचा एक वेडावाकडा तुकडा दिला तर इतर काही न वापरता ९० अंशांचा कोन कसा कराल?

अगदी सोपे आहे, प्रथम कागदाला एक घडी घाला आणि ती सरळ रेषा हा आधार धरून, पुन्हा एक घडी घालून तुमडा. बाकी बाजू कशाही आल्या तरी दोन सरळ रेषांमध्ये ९० अंशांचा कोन मिळतो.



खालील अनुक्रम नीट पाहा. तुम्हांला काही संगती शोधता येते का?

क, ख, क, ग, ख, क...

पुढील चार अक्षरे कोणती असतील? शोधा आणि भरा.

उत्तर : बाराखडीतील पहिली ओळ बनते ती अक्षरे घेतलेली आहेत. त्यांचा क्रम एक, दोन, एक, तीन दोन एक असा घेतलेला आहे. पुढील क्रम चार, तीन, दोन, एक असा आहे. चौथे अक्षर घ असल्याने ही अक्षरे घ ग ख क अशी असतील.

तोंडाने बोलण्याऐवजी मित्राच्या पाठीवर बोटाने लिहा.

“तू आणि मी आता खेळायला जाऊ या.” त्याला ओळखता येते की त्याने असे एखादे वाक्य तुमच्या पाठीवर लिहिले तर

एक हा शब्द भराभरा मोठ्याने म्हणत राहा. अर्ध्या मिनिटाने नीट ऐका. तुम्ही एक म्हणण्याऐवजी के...के...के असे म्हणत आहात.

तुम्ही ओळखू शकाल? एखादा शब्द किंवा वाक्य तोंड न उघडता हावभावांतून पोचवण्याचा खेळ करून पाहा. बोलण्याशिवाय संवाद करणे खरेच कठीण असते.

एक फळी तिरकी ठेवा. त्यावरून गोळा (चेंडू, गोटी...), चकती (नाणी, कॅरमच्या सोंगट्या), कडे (बांगडी, छल्ला) असे घरंगळत खाली जाऊ द्या. गोळे या शर्यतीत पहिला क्रमांक मिळवतील. चकत्या दुसऱ्या तर कडी तिसऱ्या क्रमांकावर येतील. घरंगळत जाताना जड-हलके, लहानमोठे हा फरक महत्त्वाचा नसतो, तर वस्तूच्या गुरुत्वमध्याभोवती तिचे वस्तुमान कसे विखुरले आहे यावर त्याचा वेग अवलंबून असतो. गोळ्याचे वस्तुमान गुरुत्वमध्याजवळ असते. चकतीचे थोडे दूर आणि कड्याचे वर्तुळाकाराच्या परिमितीजवळ असते. तिन्ही वस्तूंचा गुरुत्वमध्य ‘केंद्र’ असले तरी वस्तुमानाच्या वाटपातील फरकामुळे गोळे सर्वांत जास्त वेगाने खाली जातात.

‘या विश्वाचे आकलन होते’ ही या विश्वातील सर्वांत अनाकलनीय गोष्ट आहे.

अल्बर्ट आइनस्टाइन

गुणधर्म बदलणारा स्पंज

स्पंज सुकत गेला, तर काय गंमत होते हे प्रयोग करून पाहू या. प्रयोग करताना उत्तरे शोधण्यात सुसंगती असणे महत्त्वाचे असते हे समजून घेईल.



साहित्य : स्पंजचा मोठा आयताकृती तुकडा, पाणी, पेला, मीटरपट्टी, कागद, पेन्सिल, दोरी.

कृती :

- स्पंज सुका असताना दाबून, उचलून पाहा. त्याच्या वजनाचा अंदाज घ्या, त्याचा स्पर्श कसा आहे हे सर्व लिहून ठेवा.
- पेल्यात पाणी घेऊन सावकाश स्पंजवर ओता. किती पाणी शोषले जाते ते पाहा. शोषल्यावर स्पंजचे वजन वाढते का? स्पंजचा रंग बदलतो का? सुक्या आणि ओल्या स्पंजमधील फरक कागदावर लिहून ठेवा.
- ओला स्पंज सुकल्यावर काय होईल याबद्दल अंदाज करून तो लिहून ठेवा. स्पंजची तुम्हांला आता माहिती मिळाली आहे. अंदाज करताना ती माहिती वापरायची आहे.
- अंदाज करून लिहून ठेवलेले बरोबर आहे का हे प्रयोग करून पाहा. प्रथम भिजलेला स्पंज मुठीमध्ये घेऊन दाबा. त्यातील जास्तीतजास्त पाणी बाहेर काढायचा प्रयत्न करा. हाताने कितीही पिळले तरी स्पंज ओलसर राहतो.
- हा स्पंज मीटरपट्टीच्या एका टोकाला दोरीने बांधा आणि ही मीटरपट्टी फळीला अथवा टेबलाच्या पट्टीला टांगून ठेवा. पट्टी टांगताना एका बाजूला स्पंज आणि दुसऱ्या बाजूला पट्टीचा लांब भाग असे राहून पट्टी आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे आडवी तोलली जायला हवी. पुढील अर्धा तास, दर पाच मिनिटांनी तोललेली पट्टी हळूहळू कशा तऱ्हेने तिरकी होते ते पाहा.

- तुम्ही आधी अंदाज केल्याप्रमाणे प्रत्यक्ष घडते आहे का? वेळ जाईल तसे स्पंजमधील पाण्याचे बाष्पीभवन होते आणि तो कोरडा होत जातो; त्याचे वजन कमी होते. टांगलेल्या पट्टीचे एका बाजूला वजन कमी झाले की ती बाजू, स्पंज बांधलेली बाजू वर जाते आणि दुसरी खालच्या बाजूला कलते. हा प्रयोग आणि कृती, स्पष्टीकरण याबद्दल सर्वांना समजावून सांगा.

वैज्ञानिकदृष्टी अशी विकसित करा

विज्ञान म्हणजे सभोवतीच्या विश्वाकडे पाहायची एक विशिष्ट दृष्टी होय. जे काही आसपास घडते त्यामागे विज्ञानातील तत्त्वे, सूत्रे असतात हे समजून घेतले की आपोआप वैज्ञानिकदृष्टी तयार होते. वैज्ञानिकदृष्टी विकास पावण्यासाठी काही पायऱ्या आहेत.

- समोर जे दिसते, घडते आहे त्याबद्दल स्वतःला प्रश्न विचारा.
- त्या प्रश्नाबद्दल, समस्येबद्दल मिळेल तितकी माहिती गोळा करा.
- उत्तर काय असेल, समस्या कशी सोडवता येईल याबद्दल उपलब्ध माहिती वापरून अंदाज करा.
- आपला अंदाज बरोबर आहे का, हे प्रयोग करून पडताळून पाहा.
- तुम्हांला जे उत्तर मिळाले आहे, ते कसे मिळाले आहे याबद्दल इतरांशी चर्चा करा. इतरांना समजावून सांगा.

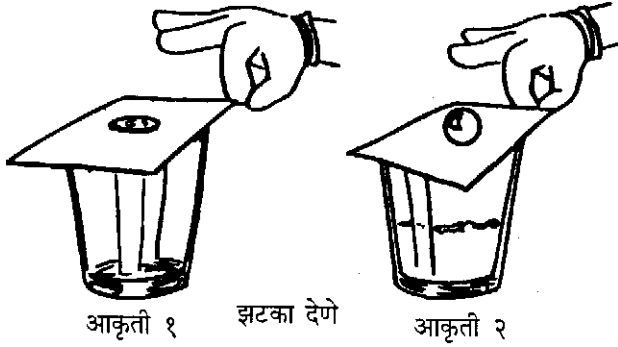
नाण्याची करामत

विज्ञानाची प्राथमिक माहिती आणि थोडा सराव यांच्या साहाय्याने नाण्यांचे, गोष्टींचे गमतीदार खेळ करून पाहा.

साहित्य : पेले, पातळ पुड्याचे तुकडे किंवा पत्ते, नाणी, गोटी, वाळू, कागदाची जाड पट्टी, कापूस, पेन्सिल, गोंद.

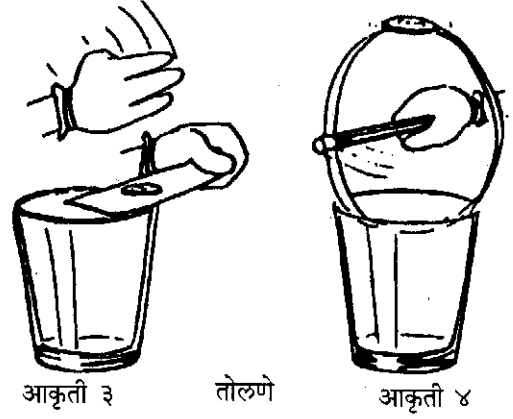
कृती :

- पेल्यावर आडवा पत्ता ठेवा. त्यावर मध्यभागी नाणे ठेवा. पेल्यात थोडा कापूस घाला. जोराने टिचकी मारून पत्ता पेल्यावरून आडवाच हलवा. ही कृती अगदी झटकन व्हायला हवी. पत्त्यावरील नाणे पत्त्याबरोबर न जाता पेल्यात पडायला हवे (आकृती क्रमांक १).



- पेल्यात थोडी वाळू घाला आणि पेल्यावर आडवा पत्ता ठेवा. वरती मध्यभागी गोटी ठेवा. वरीलप्रमाणेच पत्त्याला टिचकी मारून गोटी पेल्यात पाडता येते का पाहा (आकृती क्रमांक २).

- कागदाची लहान पट्टी पेल्याच्या कडेवर आडवी ठेवा. त्यावर नाणे ठेवा. पट्टीवरचे नाणे पेल्याच्या कडेचा आधार मिळून तोलले जायला हवे. झटक्याने पट्टी ओढा. नाणे न पडता पेल्याच्या कडेवर तसेच तोललेले राहायला हवे (आकृती क्रमांक ३).



- जाड कागदाच्या पट्टीची दोन टोके गोंदाने जोडून गोल कडे तयार करा. ते पेल्यावरती ठेवा आणि त्यावर नाणे ठेवा. कड्याच्या आतील बाजूला पेन्सिलीने धक्का देऊन नाणे पेल्यात पाडता येते का? (आकृती क्रमांक ४)
- हे सर्व प्रयोग सरावाने जमू लागतील. किती वेळा प्रयत्न केल्यावर तुम्हांला ही कृती जमते? त्यांतील सर्वात कठीण कृती कोणती? ती का कठीण आहे याचे स्पष्टीकरण तुम्हांला देता येते का?

विज्ञानातील एक सोपे तत्त्व वरील सर्व प्रयोगांचा आधार आहे. पदार्थाचे 'जडत्व' हा त्याचा महत्त्वाचा गुणधर्म आहे. न्यूटनच्या पहिल्या गतिविषयक नियमाप्रमाणे स्थिर पदार्थ स्थिर राहण्याचा प्रयत्न करतात तर एकाच गतीने सरळ रेषेत जाणारे पदार्थ आपली गती तशीच ठेवायचा प्रयत्न करतात. बाह्य प्रेरणा लावली तरच यामध्ये बदल घडून येतो. बाह्य प्रेरणा झटकन लावली गेली तर पदार्थाचे जडत्व गती स्वीकारू शकत नाही. याच तत्त्वावर आधारित जादूगार एक खेळ करत असत. टेबलावरील कपडा इतक्या झटकन ओढत असत की वरील ताटांची चळत न हलता टेबलवर तशीच राहात असे. वरील प्रयोगात टिचकीने मारल्यावर पत्त्याला प्रेरणा मिळते आणि तो पेल्यावरून पडतो पण नाणे जडत्वामुळे त्याच जागी राहते. खालचा आधार काढल्यामुळे खाली पेल्यात पडते. जितक्या झटक्याने पत्ता सरकेल तेवढे या प्रयोगात अधिक यश मिळेल. बाकी सर्व प्रयोगांमागील तत्त्व हेच आहे. यामध्ये आधार सरकण्याची कृती सावकाश झाली तर नाण्यालाही गती मिळेल आणि पत्त्याबरोबर नाणेही पेल्याबाहेर पडेल.

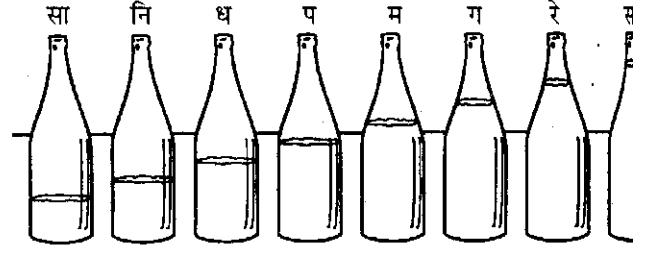
घरीच बनवा जलतरंग

बाटल्यांमध्ये पाणी भरून आणि बांबूच्या कांड्या अथवा लांब पेन्सिली वापरून घरच्याघरी जलतरंग तयार करू या. नंतर सरावाने तुम्ही तर त्यावर गाणेही वाजवू शकाल.

साहित्य : एकाच मापाच्या आणि आकाराच्या काचेच्या आठ बाटल्या, पाणी, लांब पेन्सिली अथवा बांबूच्या कांड्या.

कृती :

१. सर्व बाटल्या प्रथम स्वच्छ धुऊन, वाळवून कोरड्या करून घ्या.
२. प्रथम तीन बाटल्यांमध्ये अनुक्रमे १/४, १/२, ३/४ असे पाणी भरा आणि त्या ओळीत ठेवा. कांडीने बाटल्यांवर आघात केला की त्यांतून आवाज येईल. सा, रे, ग, म, प, ध, नि, सां हा स्वरांचा क्रम ध्यानात ठेवून यांतील कोणती बाटली खालचा स्वर निर्माण करते आणि कोणती वरचा स्वर निर्माण करते पाहा. सरावाने तुम्हांला स्वर ओळखता येतात. पाणी जास्त असेल तो स्वर खालचा येईल.
३. आता या तीनही बाटल्यांची तोंडे एका वेळी एक ओठाशी धरून तळच्या दिशेने फुंकून पाहा. बाटलीतून शिटीसारखा आवाज येईल. तीनही बाटल्यांतून येणाऱ्या आवाजाची तुलना करा. जास्त पाणी (कमी हवा) असलेल्या बाटलीतून वरचा स्वर येईल, तर कमी पाणी (जास्त हवा) असलेल्या बाटलीतून खालचा स्वर येईल. या क्रमाची आणि आघात करून मिळालेल्या स्वरांच्या क्रमाची तुलना करा.
४. आता आठ बाटल्या ओळीने ठेवा. त्यांमध्ये पाणी भरायचे आहे. कमी ते जास्त अशा क्रमाने आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे पाणी भरा. प्रत्येक बाटलीत पाणी भरल्यावर आघात करून पाहा. संगीत जाणणाऱ्या व्यक्तीची आणि पेटीची मदत घेऊन बाटल्यांमधून आघात केल्यावर सा रे ग म प ध नि सां या क्रमाने स्वर येतील अशा बाटल्या भरा. पाणी कमीजास्त करावे लागेल. आत भरलेल्या पाण्याच्या प्रमाणात खालचा अथवा वरचा स्वर निघतो. कोणत्याही बाटलीच्या एका बाजूला कमी पाणी (वरचा स्वर) आणि दुसऱ्या बाजूला जास्त पाणी (खालचा स्वर) अशा क्रमाने बाटल्या ठेवा.
५. तयार झालेल्या जलतरंगावर सोपे गाणे वाजवून पाहा.



बाटलीवर आघात केल्यावर निर्माण होणारा स्वर आत भरलेल्या पाण्यावर अवलंबून असतो. बाटलीचा आकार, काचेचा प्रकार इत्यादींमुळे स्वराची प्रत बदलते. साध्या काचेच्या बाटलीतून आवाज स्वच्छ, स्पष्ट येतो. बाटलीवर कडी किंवा लेबल असले (उदा. शीतपेयाची बाटली) तर आवाजाची प्रत बिघडते. बाटलीचे वजन जास्त असेल तर स्वर खालचा येतो आणि पाणी कमी असेल तर स्वर वरचा येतो. आकृतीत दाखवलेल्या बाटल्या सां नि ध प म ग रे सा या उतरत्या क्रमाने ठेवलेल्या आहेत.

बाजारात मिळणारी खेळण्यातील बाजाची पेटी ज्या तत्वावर स्वर काढते तेच तत्त्व या घरगुती जलतरंगात वापरले जाते. त्या पेटीमध्ये वेगवेगळ्या आकाराचे लाकडाचे ठोकळे असतात. पट्टी दाबली की दोन काड्यांनी ठोकळ्यावर आघात केला जातो आणि पेटीत निर्माण होणाऱ्या लहरी विशिष्ट स्वर निर्माण करतात. लाकडी खोक्यामुळे हे स्वर थोडेसे घुमतात आणि त्यांची प्रत आणखी चांगली होते. घरगुती जलतरंगात बाटलीवर आघात केला तर काचेवर आणि त्याबरोबरच पाण्यावर तरंग उमटतात आणि एकत्रित होऊन विशिष्ट स्वर निर्माण होतो.

फुंकण्यामुळे जे स्वर निर्माण होतात ते हवेच्या कंपनांमुळे तयार होतात. एकाच बाटलीत आघाताने आणि फुंकण्यामुळे वेगवेगळ्या प्रतीचे स्वर उत्पन्न होतात. वजन पाण्यामुळे वाढत गेले की स्वरकंपने कमी होतात आणि स्वर क्रमाने खालचा, खालचा असा येतो. पण त्याच बाटलीत फुंकून स्वर निर्माण केला तर हवेचे आकारमान पाणी भरत गेल्यावर कमी कमी होते आणि स्वर वरचा, वरचा असा येतो.

फुगा किती वेळ टिकेल?

साबणाच्या फुग्याने खेळणे मोठ्या गमतीचे असते. पण त्यातून विज्ञानही शिकता येते का?

साहित्य : द्रवरूप साबण, पाणी, पसरट भांडे, तार, काठी, शीतपेय प्यायच्या कागदी नळ्या (स्ट्रॉ), दौरा, पेन्सिल, गिलसरिन.

कृती :

१. द्रवरूप साबणाचे द्रावण तयार करा. साबणपूड अथवा वडी पाण्यात भिजत ठेवूनही द्रावण करता येते. दाट द्रव तयार झाला की त्यात तिप्पट पाणी घालून मिसळा. त्यामध्ये गिलसरिन टाकले तर तयार झालेले साबणाचे फुगे अधिक काळ टिकतात. औषधाच्या दुकानात गिलसरिन मिळू शकते.
२. तारेचा तुकडा घेऊन त्याची गोल कडी करा आणि दुसरे टोक गुंडाळून पक्के करा. एक बाजू लांब ठेवा म्हणजे ती हातात धरून फुगे तयार करणे सोपे होईल. गोल कडे तयार करून घ्या. हे कडे साबणाच्या द्रावात बुडवून घ्या. कड्यामध्ये साबणाचा पातळ पडदा तयार होईल. एका बाजूने फुंकर मारली की फुगा तयार होतो. दांड्याला हलका झटका दिला तर फुगा कड्यापासून सुटून हवेत तरंगू लागतो. थोडा सराव केला तर फुगे तयार करणे झटपट जमते.
३. स्ट्रॉ द्रावात बुडवून बाहेर घ्या आणि दुसऱ्या बाजूने हलके फुंका. टोकाशी फुगा तयार होईल. स्ट्रॉ हलकेच हलवा, फुगा हवेत उडू लागेल.
४. वेगवेगळ्या आकाराची, मापाची तारेची कडी तयार करून साबणाचे फुगे तयार करा. एक मिनिटात कोण सर्वात जास्त फुगे तयार करून न फोडता हवेत उडवू शकतो अशी शर्यत लावता येते.

एक फुगा तयार करा. बशीचा पृष्ठभाग ओला करून घ्या आणि त्यात हा फुगा अलगद ठेवा. कशाचाही स्पर्श होणार नाही याची काळजी घेत फुगा फ्रीजमधील बर्फ बनवण्याच्या कप्प्यात ठेवा. थोड्या वेळाने बर्फाचा पातळ गोळा तयार होईल. पाण्याचे स्फटिक बनतील. मग बाहेर काढून सूर्यप्रकाश

सर थॉमस देवर याने तयार केलेला साबणाचा फुगा १०८ दिवस टिकला. भौतिक शास्त्रज्ञ प्लास्टरर याने हा विक्रम मोडला. त्याचा फुगा ३४० दिवस टिकला.

साबण द्रावाचे फुगे अथवा बुडबुडे पृष्ठीय ताणामुळे टिकून राहतात. पृष्ठभागावरील पाण्याचे रेणू एकमेकांना समकण आकर्षण बलामुळे (कोहेजन) चिकटून राहतात. पाण्याचे आणि हवेचे रेणू एकमेकांना विषमकण आकर्षणामुळे (अधेजन) चिकटण्याचा प्रयत्न करतात. पाण्याच्या रेणूमधील आकर्षण जास्त असल्याने फुगा तयार होतो आणि टिकतो. ते आकर्षण जास्त असले तर फुगे तयार होणे कठीण जाते. म्हणून नुसत्या पाण्याचे बुडबुडे बनणे व टिकणे अवघड असते. पाण्यात साबणाचे अणू मिसळले तर पाण्याचा पृष्ठीय ताण जवळजवळ १/३ इतका कमी होतो. त्याहून कमी झाला तर फुगे टिकत नाहीत. फुगा तयार झाल्यावर तापमान, वारा इत्यादी बाह्य घटकांमुळे पाण्याचे बाष्पीभवन होते आणि फुगा फुटतो, विरून जातो. गिलसरिनच्या अणूमध्ये आणि पाण्यामध्ये एक प्रकारचे आकर्षण निर्माण होते व बाष्पीभवनाचा वेग मंदावतो. त्यामुळे गिलसरिनमिश्रित साबणपाण्याच्या द्रावाचे फुगे जास्त टिकतात. बाष्पीभवनाचा वेग मंदावणाऱ्या पदार्थांना 'हायग्रोस्कोपिक' पदार्थ म्हणतात.

पडेल अशा जागी ठेवा. वितळायला लागून फुगा फटकन फुटेल पण तोपर्यंत त्यावर सुंदर सप्तरंग खेळताना दिसतील.

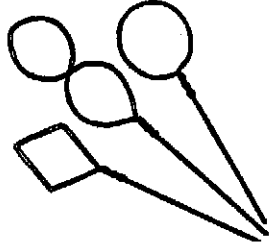
पुढील पानावर साबणाच्या द्रावाचे अनेक प्रकारांनी फुगे बनवण्याच्या कृती दिल्या आहेत.

या फुग्यांवर प्रकाशकिरण पडले तर फार छान रंगीबेरंगी दृश्य दिसते. फुग्याची भिंत डोळ्यांना अगदी पातळ दिसली तरी प्रत्यक्षात त्यामध्ये आत शंभर ते दीडशे पातळ पापुद्रे असतात. ते असमान जाडीचे असतात. त्यांतून प्रवास करताना प्रकाशाचे वक्रीभवन होते आणि पांढऱ्या प्रकाशातील सात रंगांचे पृथक्करणही (स्वतंत्र, वेगवेगळे होणे) होते. त्यामुळे योग्य कोनातून पाहिले तर फुग्यावर सप्तरंग दिसतात. फुग्याची जाडी जास्त असते तिथे लाल रंग, तर कमी असते तिथे जांभळा रंग दिसतो. बाकी रंग या दोन रंगांच्या छटांमध्ये असते. इंद्रधनुष्याप्रमाणे हे सप्तरंग फुग्यावर विखुरले जातात.

भरवा साबणाच्या फुग्यांचे प्रदर्शन

वेगवेगळ्या आकारांचे साबणफुगे तयार करून मित्रांना दाखवा आणि त्यांना चकित करा.

- तार वाकवून वेगवेगळ्या आकारांची कडी बनवा. त्यावर साबणद्राव घेऊन फुगे तयार करा आणि हवेत सोडा. सर्वात लहान आणि सर्वात मोठा फुगा तयार करता येतो का पाहा. तार वाकवताना आणखी काही आकार तयार करा. उदा. त्रिकोणी, शंकरपाळ्याचा आकार, लंबवर्तुळ, दंडगोल वगैरे.



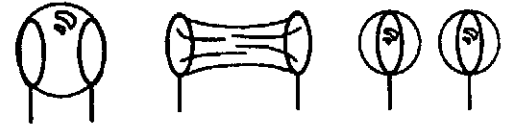
- अर्धवर्तुळाकार फुगा : एका सपाट ताटाचा वा काचेच्या रुंद बशीचा पृष्ठभाग साबणाच्या द्रावाने ओला करा. स्ट्रॉचे एक टोक साबणाच्या द्रावात बुडवा आणि या पृष्ठभागावर ती तिरकी टेकवून सावकाश फुंका. अर्धवर्तुळाकार मोठा फुगा तयार करा. मग सावकाश स्ट्रॉ काढून घ्या. या फुग्याला प्रथम ओल्या, मग कोरड्या बोटाने स्पर्श केला तर काय होते पाहा. (कोरड्या बोटाने फुगा फुटतो, ओले बोट सावकाश लावले तर तसाच राहतो.)



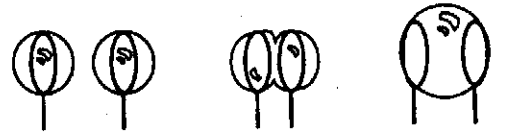
- अशाच पद्धतीने स्ट्रॉ वापरून ताटावर लहानलहान अर्धवर्तुळे तयार करून ती एकमेकांना जोडा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे प्रथम लहान 'मग मोठी' मग लहान अशी अर्धवर्तुळे जोडली तर जणू एक अळी तयार होते. पांढरा प्रकाश त्यावर पडला, की आपल्याला सप्तरंग दिसतात.



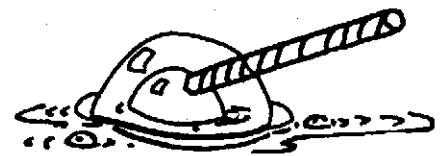
- फिशन : मोठ्या अणूचे विभाजन होऊन दोन लहान अणू आणि प्रचंड ऊर्जा तयार होते. या क्रियेला 'फिशन' म्हणतात. अणुबाँब मागचे हे तत्त्व आहे. साबणफुगे वापरून ही कृती पाहता येते. दोन तारांची कडी घेऊन ती द्रावात बुडवून गोल फुगा तयार करा. हाताने कडी सावकाश दूर न्यावीत. दंडगोलाकृती फुगा तयार होईल आणि मग दोन स्वतंत्र गोल फुगे तयार होतील.



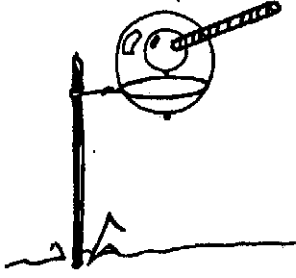
- फ्यूजन : दोन लहान अणू एकत्र येऊन एक मोठा अणू बनतो आणि प्रचंड ऊर्जा मिळते. या क्रियेला 'फ्यूजन' असे म्हणतात. हैड्रोजन बाँबचे तत्त्वदेखील हेच आहे. दोन स्वतंत्र फुगे एकमेकांना जोडून एक मोठा फुगा तयार करा आणि फ्यूजन क्रियेचे प्रात्यक्षिक पाहा.



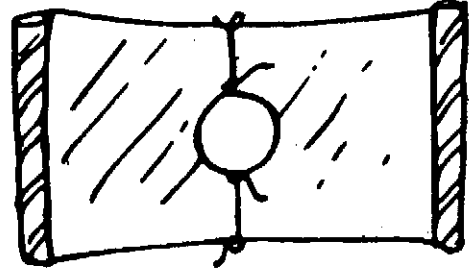
- स्ट्रॉमध्ये जरा जास्त द्राव घेऊन तो सपाट पृष्ठभागावर पसरा. तोंडाने फुंकून एक मोठा अर्धगोल तयार करा. स्ट्रॉ बाहेर न काढता हलकेच आत ढकला. टोकावर पुन्हा थोडा द्राव घेऊन मोठ्या अर्धगोल फुग्यामध्ये लहान अर्धगोल फुगा तयार करा. सरावाने असे एकात एक, अनेक फुगे तयार करता येतात. त्यावर प्रकाशकिरण पडले की हे फुगे रंगीत दिसतील.



७. मोठ्याच्या पोटात छोटा फुगा बनवा : एका १५ सें.मी. उंचीच्या काठीला आडवी तार फेरा घेऊन जोडा. तारेच्या दुसऱ्या टोकाशी गोल कडे तयार करा. हे कडे साबणद्रावात बुडवून फुंकर मारून फुगा तयार करा. एक स्ट्रॉ ओली करून द्रावात बुडवा आणि सावकाश फुगा न फोडता त्यामध्ये घाला. दुसऱ्या फुग्याशी फुंकून मोठ्या फुग्याच्या पोटात छोटा फुगा तयार करा.

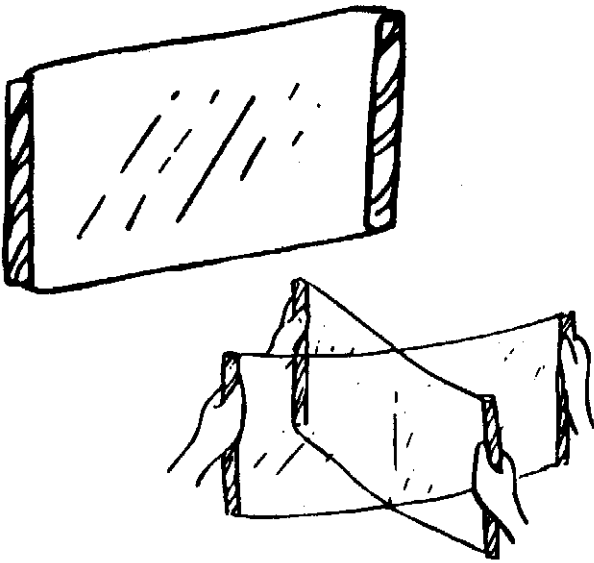


९. साबणाचा पडदा तयार करून सोबत्याला धरायला सांगा. एक दोरीचा तुकडा घेऊन त्याच्या दोन टोकांची गाठ मारा. हा दोरा द्रावात भिजवून अलगद साबणाच्या पडद्यावर ठेवा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे तो पडद्यावर वेडावाकडा पसरेल. मग काडी वापरून दोऱ्याच्या मध्यभागी पडदा फोडा. दोरा ताणला जाऊन गोल आकाराचे भोक पडेल.



८. फुग्याचा पडदा : स्ट्रॉचे दोन तुकडे करा. त्यांमधून दोरा घालून गाठ मारा आणि ती गाठ स्ट्रॉच्या नळीत सरकवा. आता दोन्ही तुकडे आणि दोरा द्रावात भिजवून सावकाश दूर न्या. साबणाचा एक पडदा तयार होईल. दोन चिमटीत हे दोन तुकडे धरून जवळ, दूर, तिरके करा. मधला पडदा मात्र फुटता कामा नये. अशाच प्रकारे दोघांनी दोन पडदे तयार करून ते एकमेकांना छेदतील असे धरा. पडदे फुटणार नाहीत याची काळजी घ्या. दुसऱ्याला असा पडदा तयार करून चिमटीत धरून समोर उभा धरायला सांगा आणि त्या पडद्यातून न फोडता तुमचा हात आरपार नेता येतो का पाहा. त्यासाठी हात आधी साबणद्रावाने ओला करून घ्या. सावकाश, काळजीपूर्वक केली तर ही कृती जमते.

या सर्व कृती करताना जेव्हा फुगा अथवा पडदा फुटेल तेव्हा तुमचे डोळे त्यापासून दूर ठेवा. कारण फट्ट असा आवाज होऊन जेव्हा फुगा फुटतो, तेव्हा द्रावाचे बारीक कण उडून डोळ्यांत पडले तर डोळे चुरचुरतात.



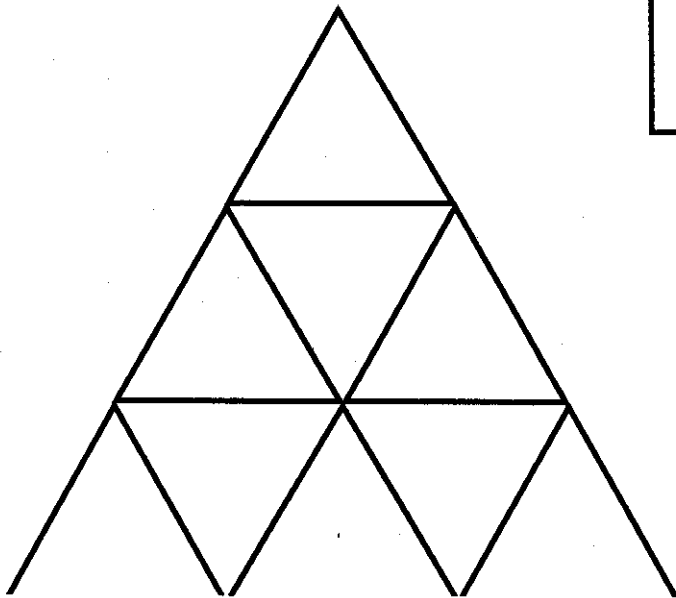
पत्त्यांचा बंगला बांधण्याची स्पर्धा

खेळायच्या पत्त्यांचा उंच मनोरा बांधून पाहा. तो किती मजबूत बांधू शकता हेही तपासा. शर्यत लावून सर्वात उंच आणि सुबक मनोरा बांधणे यासाठी थोडे कौशल्य आणि थोडे विज्ञान वापरा.

साहित्य : खेळायच्या पत्त्यांचा नवा संच.

कृती :

१. पत्त्यांचे मनोरे बांधताना तीन मुलांचे गट किंवा जोडी असावी आणि अशा चारपाच जोड्यांनी मनोरा बांधायची स्पर्धा ठेवावी. प्रत्येक जोडीला एक संच आणि मर्यादित वीस अथवा तीस मिनिटांचा वेळ द्या. पत्त्यांचा संच सोडून इतर काहीही वापरायचे नाही. पूर्ण बावन्न पत्ते आणि तीन जोकर वापरायचे आहेत.
२. मनोरा बांधताना पडला तर परत सुरुवात करा, पण वेळ तेवढाच मिळेल.
३. वेळ संपल्यावर मनोऱ्याची उंची आणि सुबकता, नावीन्य यांचा विचार करून गुण द्यावेत. स्वतःचा मनोरा सोडून इतरांच्या कृतीला गुण द्यायला मुलांनाच सांगा, त्यांनाच या स्पर्धेचे परीक्षक होऊ दे. सर्वात उंच मनोरा जास्त गुण घेईल.
४. त्यानंतर तळातील पत्ते सावकाश एक एक करून काढायचे आहेत. मनोरा न पडता सर्वात जास्त पत्ते कोण काढू शकेल त्या जोडीला विशेष गुण मिळतील.



पत्त्यांचा मनोरा बांधणे अथवा घर बांधणे याने फक्त मनोरंजन होते इतकेच नव्हे तर कोणती रचना जास्त मजबूती देते याबद्दल मुले स्वतःहून विचार करतात, ते महत्त्वाचे आहे. मजबूत पाया असेल, तर वरचा भाग तोलणे सोपे जाते. योग्य कोन, कल्पकता वापरून उंच मनोरा वा सुबक बुटकी घरे बांधता येतात. डिंक अथवा चिकटपट्ट्या वापरून पत्ते चिकटवले तर त्या कृती प्रदर्शनात किंवा दिवाळीच्या किल्ल्यावर ठेवता येतात. योजनाबद्ध काम, वेळेचे बंधन पाळून करायचा संस्कार मुलांवर होतो.

दुसऱ्याने मनात धरलेला आकडा ओळखणे हा मुलांसाठी एक आवडता खेळ आहे. एक ते नऊ यातील कोणताही एक आकडा समोरच्या मुलाला मनात धरू नसू नसावा. आकड्याला तीनने गुणा आणि येणाऱ्या संख्येत एक मिसळा. पुन्हा तीनने गुणा. त्यामध्ये धरलेला आकडा मिळवा. असे करायला त्याला सांगा व उत्तर काय आले ते त्याला विचारा. येणाऱ्या संख्येचा शेवटचा अंक तीन असेल आणि त्या दोन आकडी संख्येतील दशमस्थानी मनात धरलेला आकडा येईल. एक ते नऊपैकी कोणताही आकडा मनात धरला तरी उत्तर बरोबर येईल. उदा. सात हा आकडा धरला तर $7 \times 3 = 21$, $21 + 1 = 22$, $22 \times 3 = 66$, $66 + 7 = 73$. एकमस्थानी तीन तर दशमस्थानी सात आहेत. अशा प्रकारची मनात धरलेला आकडा ओळखायची कोडी प्रयत्न केला तर तुम्हांलाही रचता येतात.

ये रे घना...

कागदावर आकृती आखून, त्या दुमडून आणि डिकाने चिकटवून स्फटिकासारख्या घनाकृती तयार करू या.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, पट्टी, कात्री, चिकटपट्टी, डिक.

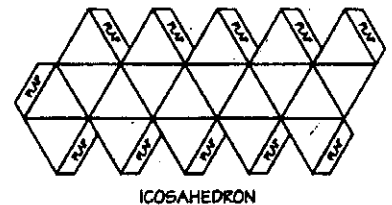
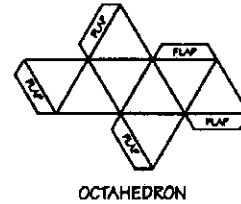
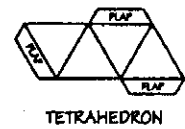
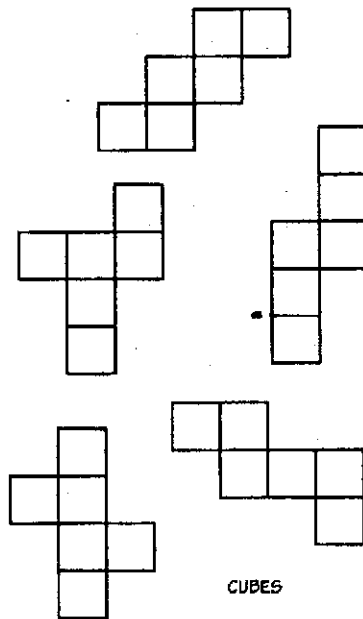
कृती :

- आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे कागदावर पट्टी आणि पेन्सिल वापरून प्रथम आखून घ्या. रेषेवरून कात्री अथवा ब्लेडचे पाते फिरवून कापा. पहिल्या चार आकृतींचा वापर करून सहा पृष्ठभाग असलेली साधी घनाकृती तयार करा.
- दुसऱ्या आकृतीचा वापर करून चार त्रिकोणी पृष्ठभाग असलेला घन त्रिकोण बनवा. तिसऱ्या आकृतीचा वापर केला तर आठ त्रिकोणी पृष्ठभाग असलेला सुबक डबा बनतो. रंगीत कागद चिकटवून आणि कागदाऐवजी पातळ पुड्या वापरून तयार केलेला आणि टोकाशी किंचित कापून तोंड केलेला डबा तिळगूळ वाटण्यासाठी उपयोगी पडेल.
- यांच्या आकृतीत वीस त्रिकोण आहेत. रेषेवर दुमडून आणि आकृतीत दाखवलेल्या जागी क्रमाने चिकटवून वीस त्रिकोणी पृष्ठभाग असलेली स्फटिकासारखी घनाकृती तयार होईल.
- अशा काही घनाकृती तुम्ही स्वतः आखून तयार करता येतात का पाहा. त्रिकोण, चौरस, समांतरभुज चौकोन वापरून वेगवेगळ्या स्फटिकासारख्या घनाकृती तयार करता येतात.

यातील सर्व चौकोन हे चौरस आहेत व त्रिकोण हे समभुज त्रिकोण आहेत. फ्लॅप म्हणून वापरायचा भाग बोटभर रंद असला तरी पुरेल.

आपल्या भोवतीच्या प्रत्येक पदार्थाला उंची, रूंदी, खोली अशा तीन मिती असतात. सर्व विश्वच त्रिमितीत आहे. वहीच्या कागदावर अथवा फळ्यावर काढलेल्या आकृतीला दोनच मिती असतात; लांबी आणि रूंदी. कागदावर एकच सरळ रेषा काढली तर लांबी ही एकच मिती त्या रेषेला असते. पेन्सिल टेकवून काढलेल्या बिंदूला मिती नसते.

घनाकृती अनेक प्रकारांनी बनू शकते. समान आकाराचे पृष्ठभाग विशिष्ट तऱ्हेने जोडले तर स्फटिकासारख्या घनाकृती मिळतात. पृष्ठभागाच्या संख्येवरून घनाकृती ओळखली जाते. प्राचीन काळी विशिष्ट आकाराच्या घनाकृती प्रतीक मानल्या जात. तळाशी चौकोनी आणि वर चार त्रिकोनी समान पृष्ठभाग वापरून बनलेले पिरॅमिड्स (इजिप्त) अथवा गोलाकार घुमट (मोगल साम्राज्य), देवळांचे कळस, अर्धवर्तुळाकार स्तूप यांसारख्या आकारांना प्रतीकाच्या स्वरूपात मानले जात असे.



ट्रेकिंगचे शास्त्र

दऱ्या, जंगले, डोंगर, किल्ले वगैरे फिरताना विज्ञानाचा अनेक अंगांनी अभ्यास करता येतो. पदभ्रमण (ट्रेकिंग) हा छंद जोपासण्यासाठी देखील काही कौशल्ये असावी लागतात. ती खालील खेळांतून शिकता येतात.

साहित्य : पुढ्याचे फलक, कंपास, नकाशा, कागद, पेन्सिल.

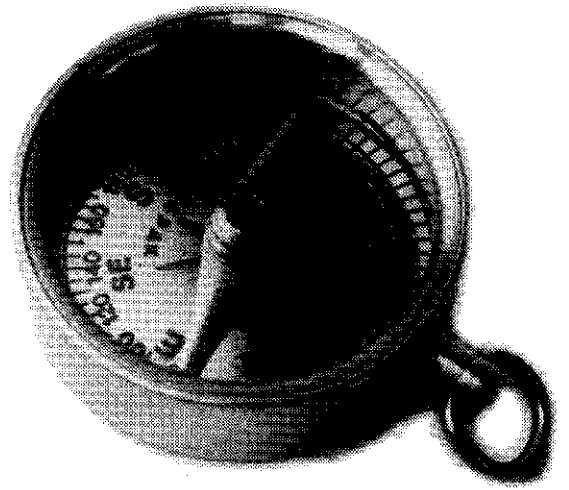
कृती :

१. जो भाग आपण पदभ्रमणासाठी निवडणार आहोत त्याच्या सीमा प्रथम निश्चित करून घ्याव्यात. गावाबाहेरचा एखादा चौरस किलोमीटर निवडल्यास एखादे विशिष्ट झाड, रस्ता, देऊळ, शेताचा बांध इ. ठळक खुणा सीमा म्हणून निश्चित करता येतील.
२. या विभागात दहा ते बारा खुणेच्या जागा निश्चित करा. प्रत्येक जागी फलक लावा आणि त्यावर क्रमाने आकडे टाका. एका फलकाच्या जागेपासून दुसरा दिसता कामा नये. शक्यतो वेडावाकडा रस्ता निवडा. भ्रमणासाठी क्रमाने खुणेच्या जागा शोधून जायचे आहे. तिथे पोहोचल्याची खूण म्हणून प्रत्येक ठिकाणी लहानशी वस्तू (खडू, सागरगोटे इ.) उचलायची वा ठेवायची आहे. किंवा त्या जागेचे वर्णन लिहायचे, चित्र काढायचे असेही करता येईल.
३. सूचनेचा क्रम आणि कागद नीट तयार करणे हे मात्र महत्त्वाचे आहे. सुरुवातीची खूण आणि भ्रमणाच्या शेवटची खूण स्पष्ट असावी. सूचनाक्रम व्यवस्थित, स्पष्ट लिहा. उदा. उत्तरेकडे दोन फर्लांग जा, डावीकडे वळा, दोनशे फुटांवर चिंचेचे झाड आहे ती क्रमांक एकची खूण आहे.
४. सूचनेऐवजी नकाशा देणे आणखी गमतीचे आणि मुलांना स्वतःची कल्पनाशक्ती वापरायला उद्युक्त करणारे ठरते. प्रत्यक्ष दहा/वीस मीटर हे कागदावर एक सें.मी. इतके धरून खुणेच्या जागा जोडणाऱ्या रेषा काढा. मुले थोडी मोठी असतील तर त्यांना दिशादर्शक कंपास वापरायला शिकवा. या कंपासमध्ये एका लाकडी वा प्लॅस्टिकच्या मुठीएवढ्या खोक्यावर काच बसवलेली असते. तळाशी दिशा दाखवणारा आणि एकूण ३६० अंश चार भागांत, प्रत्येकी नव्वद अंशांत विभागलेले असा कागद असतो. एका लहान खिळ्यावर मध्यभागी आधार देऊन हलकी टोकदार चुंबकसूची बसवलेली असते. ही चुंबकसूची नेहमी उत्तर-दक्षिण दिशेतच राहते. सपाट पृष्ठभागावर हा कंपास ठेवला असता

सूचीचा वापर करून दिशा ओळखता येतात. नकाशा आणि सूची वापरून कितीही कठीण मार्ग, अनोळखी जागी शोधता येतो आणि इच्छित स्थळी पोचता येते. उदा., उत्तर दिशेपासून २० अंश पूर्वेला दीडशे मीटर जा, अशी सूचना किंवा प्रत्यक्ष नकाशात दोन खुणांच्या जागांमधील दिशा ओळखून न चुकता मार्ग ओळखता येतो. प्रत्यक्ष कंपास वापरणे मुले चटकन शिकतात. अनोळखी जागी बरोबर जाणे हा आनंद मुलांना मिळतो. शेवटच्या खुणेच्या जागी वस्तू अथवा मिठाई ठेवून हा आनंद द्विगुणित करता येतो.

५. वेगवेगळ्या जागांहुन सुरुवात करणे, वेळेचे बंधन ठेवणे आणि अंतिम जागी प्रथम पोहोचण्यासाठी शर्यत लावणे असा स्पर्धेचा भागही वेगवेगळ्या गटांत मुले विभागून जोडता येतो.
६. पाच ते सात या वयाच्या मुलांसाठी हा खेळ घरात वा सोसायटीत खेळता येतो. फक्त वेळ आणि कल्पनाशक्ती वापरावी लागते. चिड्या ठेवून मुलांना त्या क्रमाने ओळखायला लावा. पहिल्या चिड्डीत दुसऱ्या चिड्डीच्या जागेची खूण सांकेतिक भाषेत लिहून लपवून ठेवा. दुसऱ्या चिड्डीत तिसरीची खूण असे करत सहा-सात चिड्ड्यांनंतर शेवटची जागा येईल तिथे मुलांसाठी लहानसे बक्षीस वा चॉकलेट ठेवलेले असेल.

उदा., पहिली चिड्डी चपलेत लपवली तर मुलांना सूचना द्यावी 'बाहेर पडताना याशिवाय जाता येत नाही'. चपलेखाली लपवलेल्या चिड्डीत सूचना असेल 'जग पाहणारी खिडकी'. मग मुलाने विचार करून टीव्हीखाली लपवलेली चिड्डी शोधायची



आहे. त्या चिह्नीत 'दुसऱ्या क्रमांकाची जीवनावश्यक वस्तू' असे लिहिलेले असेल. मुलाने मग स्वयंपाकघरातील पाण्याचे पिंप अथवा टेबलावरील तांब्या ओळखून काढायचा आहे. मुलाच्या वयाप्रमाणे सूचना अधिक सोप्या वा कठीण करता येतात. मुलांचे दोन गट करून त्यांनाच अशा चिह्ना लिहून ठेवायला सांगा. मुले स्वतःच कल्पना लढवून सूचना लिहितील.

या खेळामुळे एखाद्या जागेच्या नकाशावरून वा सूचनांवरून ती जागा लवकरात लवकर, कमी श्रमात शोधणे हा गुण विकसित होतो. यामध्ये दिशा शोधणे, खुणा ओळखणे, कंपास वापरणे, सूचनांचा नेमका अर्थ लावणे, अंतराचा अंदाज घेणे इत्यादी कौशल्यांची गरज असते. आसपासच्या भागात याचा सराव केला तर नंतर सूचनांच्या वा नकाशाच्या साहाय्याने जंगलात, नदीच्या काठाने प्रवास करणे मुले करू शकतात. हा साहसी छंद अलीकडे ट्रेकिंग या नावाने तरुण मुलांत चांगलाच लोकप्रिय होतो आहे. सोपी पण लांबची वाट,

अवघड जवळची वाट असे पर्याय असतात. त्यांतून योग्य ते निवडून निसर्गभ्रमणाचा, दुर्बीण घेऊन पक्षी-प्राणी, वनस्पति निरीक्षणाचा आनंद घेता येतो.

डोळे बांधून सपाट माळावर सरळ रेषेत चालून पाहा. जाताना खुणेसाठी फुलांच्या पाकळ्या वा रांगोळीचे ठिपके टाकत जा. दोनतीन फर्लांग चालले की मागे डोळे उघडून पाहा. बहुसंख्य लोकांना डाव्या वा उजव्या बाजूला कलत जायची सवय असते. पाठीवर बोजा असेल तर कलणे वाढते. जरी आपण सरळ रेषेत जातो आहे असे वाटले तरी प्रत्यक्षात वळण घेतले जाते. जंगलात वा वाळवंटात माणसे वर्तुळाकार फिरत राहतात, आणि त्याच जागी येतात. सरळ रेषेत चालणे सरावाने जमते. म्हणून ट्रेकिंग करताना नकाशावरील खुणा, बरोबर येत आहेत हे पाहणे महत्त्वाचे असते.

गट्टी विज्ञानाशी

या भागात नऊ प्रयोग आहेत. विज्ञानातील अनेक शाखांमधील तत्त्वे यांमध्ये वापरलेली आहेत. समस्या, प्रश्न सोडवणे हा प्रमुख हेतू समोर ठेवून कल्पना करणे आणि नवे सुचणे इथे अभिप्रेत आहे. या कल्पना व्यवहारात आणताना वेळेचे बंधन आणि गुणवत्तेनुसार गुण देण्याचा भाग जोडल्यामुळे मुलांमध्ये या कृती करताना निकोप स्पर्धा लावली जावी असा हेतू आहे. या कृतीचे परीक्षक म्हणून थोड्या मोठ्या वयाची मुलेच काम करू शकतात, कारण त्यासाठी खास शास्त्रीय उच्च ज्ञानाची गरज नाही. ही कृत्ये शास्त्रीय तत्त्वावर आधारित असली तरी ते खेळ वाटावेत अशी रचलेली आहेत.

चार-पाच मुलांचा गट करून अशा गटांच्या स्पर्धा घ्याव्या असे हे खेळ आहेत. पुस्तकात आधी दिलेले प्रयोग या खेळात जोडता येतील. मुलांना शारीरिक तसेच मानसिक व्यायाम व्हावा आणि मनोरंजनाबरोबरच खेळामागची शास्त्रीय तत्त्वे समजावीत, असा हेतू या कृत्यांमागे आहे. आठवी, नववी, दहावी या वर्गांमधील प्रत्येकी दोन मुले घेऊन सहा वा त्याहून अधिक असा मुलांचा गट निर्माण केला आणि अशा अनेक गटांमध्ये हे खेळ स्पर्धात्मक रूपात पूर्ण दिवस घेतले तर शाळेत जसा वार्षिक खेळांचा दिवस साजरा होतो तसा 'विज्ञान-दिन' (सायन्स ऑलिंपिक) साजरा करता येईल. शेवटचे दोन खेळ एखादी प्रतिकृती बनवणे, आणि कल्पनेभोवती

चित्रफलक रचणे. या कृत्यांमध्ये शास्त्राबरोबर कलाही अंतर्भूत आहे. मुलांना चर्चा करून कल्पना तपासून पाहता येते आणि प्रयोगशील वृत्ती वाढीला लागते. वेळेचे बंधन असल्याने मुले हिरिरीने कल्पना लढवतात आणि काम करतात. एकत्र काम करताना आपले म्हणणे युक्तिवाद करून पटवून देणे, दुसऱ्याचे ऐकणे, पुढे जाणे, माघार घेणे अशा तऱ्हेने काम करायचा सराव मुलांना होतो. सहकार्याच्या भावनेने काम करायचा (टीम स्पिरिट) संस्कार मुलांवर होतो हे महत्त्वाचे आहे.

प्रत्येक गटाला प्रमाणपत्र आणि बक्षीस देऊन या विज्ञान-दिनाची सांगता करता येईल. बक्षिसेही पुस्तके, प्रयोगाच्या साहित्याचे संच, कोडी, जिगसॉ कृती, तुकड्यांपासून वस्तू बनवायचे संच अशी सुयोग्य निवडता येतील. सर्व कृत्यांच्या गुणांची बेरीज करून सर्वोत्तम गट आणि दुसऱ्या आणि तिसऱ्या क्रमांकाचा गट निवडता येईल.

अनेक शाळांमधून केवळ भाषणे करून 'विज्ञान-दिन' साजरा केला जातो. अड्डावीस फेब्रुवारीला येणारा हा दिवस मुलांना खेळाच्या स्पर्धांच्या माध्यमातून साजरा करायला लावणे अधिक औचित्यपूर्ण होईल.

वैज्ञानिक लिंबू शर्यत

अडथळ्यांची शर्यत पार करतानाच आपल्याला लिंबाचे वजन आणि आकारमान कमीतकमी वेळात अचूक काढायचे आहे. तुम्हांला नक्की जमेल!

साहित्य : लिंबे, शिटी, मोजपात्र, पाणी, सेकंद मोजणारे घड्याळ, कागद, पेन्सिल, छोटा तराजू, वजने, चमचे, खुर्ची, झाड, कुंडी, दगड असे अडथळे.

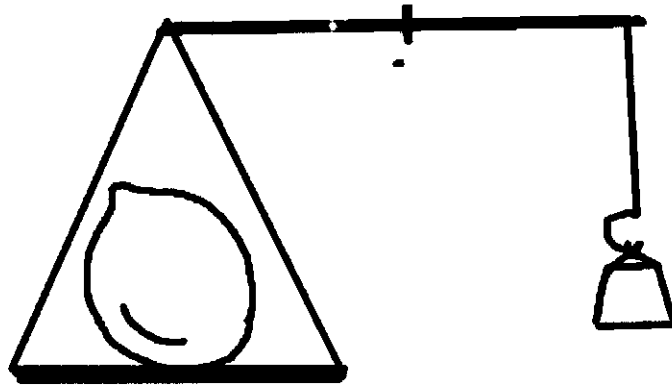
कृती :

१. प्रथम अडीचशे ते तीनशे मीटर लांबीचा अडथळ्याचा मार्ग निश्चित करा. पाच मुलांचा गट असेल तर चार थांबे या मार्गावर असतील. थांब्यावर खुर्ची ठेवून वा टेबल ठेवून साहित्य ठेवता येईल. कुंडीला वळसा घालणे, दगडावर चढून उतरणे, झाडाभोवती फेरी मारणे असे अडथळे वाटेत ठेवता येतील.
२. रिले शर्यतीत असते त्याप्रमाणे प्रत्येक थांब्यावर एक मुलगा उभा राहील. घड्याळ चालू करून शिटी वाजवली की शर्यत सुरू होईल.
३. प्रथम उभ्या राहिलेल्या मुलाने चमच्यात लिंबू घेऊन पहिल्या थांब्यापर्यंत पोचायचे आहे. हा भाग भराभर चालत पूर्ण व्हावा. या थांब्यावर उभ्या असलेल्या मुलाने लिंबू हातात आल्यावर मोजपात्रात पाणी ओतून पाण्याची पातळी पाहायची आणि कागद-पेन्सिलीच्या साहाय्याने नोंदून ठेवायची. मोजपात्रात लिंबू घातले की पाण्याची पातळी वाढेल. दोन्ही पातळ्या नोंदून त्यांतील फरक म्हणजे लिंबाचे आकारमान कागदावर लिहून मग धावत दुसऱ्या थांब्याकडे जायचे आहे. लिंबू व कागद तिसऱ्याला घ्यायचे आहे.
४. या थांब्यावर टेबलापाशी तिसरा मुलगा उभा असेल तसेच लहानसा तराजू आणि वजने टेबलवर असतील.

मोजमापे करताना दोन प्रकारच्या चुका संभवतात. पहिल्या प्रकारामध्ये मापे किंवा वजने नोंदणाऱ्या उपकरणांतच चूक असू शकते. तर दुसऱ्या प्रकारामध्ये एकच मोजमाप वेगवेगळ्या व्यक्तीकडून नोंदले गेले तर त्यात थोडा फरक पडू शकतो. अशा प्रकाराने निरीक्षणे नोंदवताना चुका होण्याची शक्यता असते. यावर मात करण्यासाठी संशोधक अनेक वेळा एकच मोजमाप घेतात आणि सरासरी काढून अचूक मोजमाप नोंदले जाते.

त्याच्या साहाय्याने तिसऱ्या मुलाने एका तागडीत लिंबू आणि दुसऱ्यात वजने घालून लिंबाचे वजन करायचे आहे आणि ते वजन त्याच कागदावर लिहून ठेवायचे. कागद आणि लिंबू धावत जाऊन चौथ्या मुलाकडे घ्यायचे आहे.

५. चौथ्या मुलाने लिंबाचे वजन आणि आकारमान वापरून घनता काढायची आहे. ती कागदावर लिहून धावत जाऊन अडथळे ओलांडत शेवटच्या थांब्यावर घ्यायची आहे. तेथे उभा असलेला पाचवा भिडू शेवटचा टप्पा ओलांडून परीक्षकांकडे कागद व लिंबू देईल. सर्वांत कमी वेळ आणि अचूक आकारमान, वजन, घनता काढणाऱ्या गटाला प्रथम क्रमांक मिळेल. लिंबावर अ, ब, क, ड, ई ...सारखी अक्षरे लिहून किंवा १, २, ३... असे क्रमांक टाकून आधीच तीनही घटक नोंदवून एका कागदावर लिहून ठेवलेले असतील व तो कागद परीक्षकांकडे असेल. प्रत्येकी वेळ, आकारमान, वजन, घनता यांत प्रथम क्रमांकाला २५ गुण आणि नंतर प्रत्येक क्रमांकागणीक दोन गुण कमी करून एकूण १०० पैकी गुण प्रत्येक गटाला मिळतील.



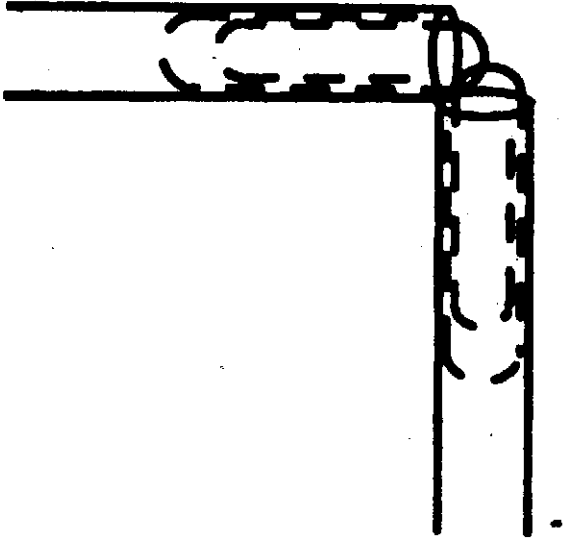
स्ट्रॉचा मनोरा

एक मीटर उंचीचा स्वतंत्रपणे उभा राहू शकेल असा स्ट्रॉचा मनोरा आपल्याला बांधायचा आहे. त्यावर नाणी ठेवून त्याची वजन तोलून धरायची क्षमता तपासून क्रमांक आणि गुण देऊन स्पर्धा कशी घ्यायची हे बघू या.

साहित्य : कागदी स्ट्रॉ, टाचण्या, चिकटपट्टी, कागद टाचायच्या पिना, रबरबॅंड, कात्री, मीटरपट्टी, नाणी.

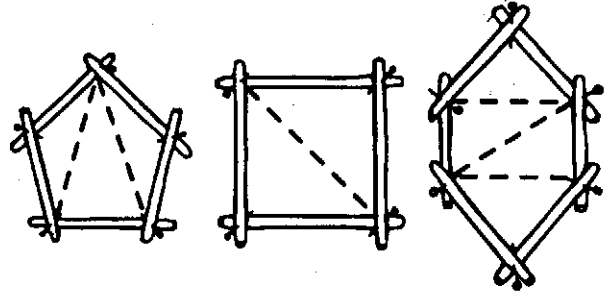
कृती :

- स्ट्रॉ एकमेकांना अनेक प्रकाराने जोडता येतात. एक टोक सपाट करून दुमडून ते दुसऱ्यामध्ये घालता येते. टाचणी टोचून किंवा चिकटपट्टीने दोन तुकडे चिकटवता येतात. रबरबॅंड वापरून त्यांना टोकाशी एकत्र बांधून दुप्पट लांबी मिळू शकते. दोन स्ट्रॉ अथवा तुकडे नव्वद अंशांत वाकवून कागद टाचायच्या पिना वापरून आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे जोडता येतात. या सर्व कृती मुलांना प्रथम करून दाखवा आणि थोडा वेळ त्यांना सरावासाठी द्या.



- प्रत्येक गटाला ३० स्ट्रॉ द्या. बाकी साहित्य हवे तितके वापरता येईल.
- प्रत्येक गटाला अर्धा तास वेळ मिळेल. ३० स्ट्रॉ आणि बाकी साहित्य वापरून स्वतंत्र उभा राहिल असा एक मीटर उंचीचा मनोरा प्रत्येक गटाने बांधायचा आहे.

- वेळ संपला की परीक्षकांनी प्रथम प्रत्येक मनोऱ्याची उंची तपासून पन्नास गुण द्यावेत. प्रत्येक सेंटिमीटर उंचीगणीक एक मीटरपेक्षा कमी उंचीला दोन गुण कमी मिळतील.
- त्यानंतर प्रत्येक मनोऱ्यावर नाणी ठेवायची आहेत. मनोरा पडेपर्यंत नाणी ठेवत जायचे. एक मीटरपेक्षा कमी उंची असेल ते मनोरे यासाठी धरायचे नाहीत. जास्तीतजास्त नाणी तोलून धरणारा एक मीटर उंचीचा मनोरा ५०+५० असे शंभर गुण मिळवील. उतरत्या क्रमांकागणिक पाच गुण कमी होत जातील. दुसऱ्या क्रमांकाचा मनोरा ५०+४५ असे ९५ गुण मिळवील. इतर मनोरे ९०, ८५ असे उतरते गुण मिळवतील.



घर बांधताना तुम्ही पाहिलेच असेल प्रथम लाकडाच्या तुळ्या किंवा लोखंडी सळ्या वापरून सांगाडा तयार करण्यात येतो. त्यामुळे घराच्या बांधकामाला मजबुती आणि टिकाऊपणा मिळतो. मग विटा, सिमेंट, वाळू, चौकटी वापरून घर बांधले जाते. वरील आकृत्या नीट पाहा. हे आकार स्ट्रॉ वापरून बनलेले आहेत. प्रत्येक आकार त्रिकोणात विभागला आहे. जर आकार त्रिकोणी असेल तर सांगाडा मजबूत आणि टिकाऊ होतो. त्रिकोणावर जेव्हा भार पडतो तेव्हा तो तीनही बाजूंवर समान वाटला जातो आणि अधिक वजन पेलले जाते. चौकोनी, पंचकोनी, षट्कोनी आकार बनवले तरी आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे त्यांना आधार दिला तर मजबुती वाढते. या प्रयोगात मनोरा बांधताना मजबुती हा गुणधर्म लक्षात ठेवला तर जास्त नाणी तोलली जातील.

स्ट्रॉने करा बांधकाम

पृष्ठभागापासून ५ सें.मी. उंचीवर एक पेला पाणी तोलू शकेल असे छोटेसे बांधकाम स्ट्रॉ वापरून उभे करा.

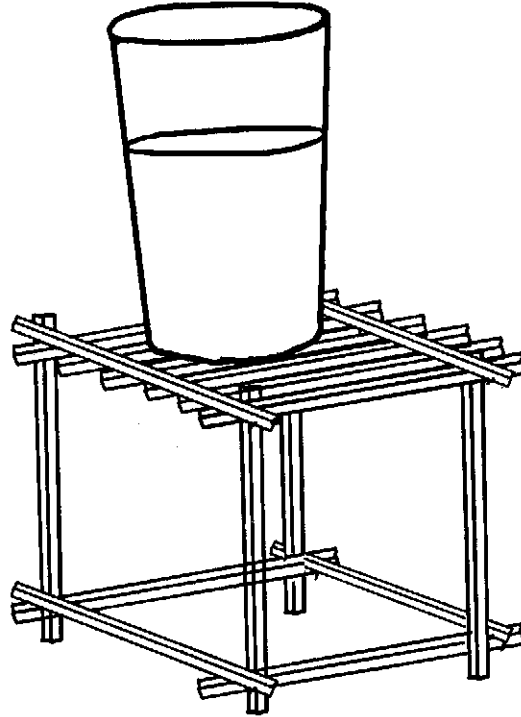
साहित्य : स्ट्रॉ, चिकटपट्टी, टाचण्या, रबरबँड, प्लॅस्टिकचा कप, पट्टी, कात्री, पाणी.

कृती :

१. चिकटपट्टी, पिना, रबरबँड, टाचण्या इत्यादी वापरून स्ट्रॉ एकमेकांना कशा तऱ्हेने जोडता येतात ते मुलांना प्रथम सांगा.
२. प्रत्येक गटाला प्लॅस्टिकचा पेला भरून स्ट्रॉ घायच्या आहेत. अर्धा तास वेळ द्या, बाकी साहित्य कसेही वापरले तरी चालेल.
३. उभ्या-आडव्या काड्यांनी बनलेला सांगाडा मुलांनी बनवायचा आहे. पृष्ठभागापासून ५ सें.मी. उंचीवर एक प्लॅस्टिकचा पेला भरून पाणी त्यावर ठेवले तरी सांगाडा मोडता कामा नये. कमीतकमी स्ट्रॉ वापरणे अधिक कौशल्याचे मानले जाईल आणि त्या सांगाड्याला बोनस गुण दिले जातील.

४. अर्धा तास वेळ संपल्यावर त्यावर प्रथम अर्धा पेला पाणी भरून ठेवा. स्ट्रॉ वाकल्या नाहीत तर पेला पूर्ण भरा. सांगाडा अर्धवट असताना मुलांनीही अशा तऱ्हेने त्याची मजबुती तपासली तरी चालेल. त्यामुळे सांगाडा कुठे कच्चा आहे ते मुलांना समजेल आणि आधीच दुरुस्ती करता येईल.
५. एक पेला पाणी तोलणारे सर्व सांगाडे स्पर्धेसाठी निवडा. कमीतकमी स्ट्रॉ वापरणाऱ्या गटाला १०० गुण आणि मग क्रमाने ५ गुण कमी करत बाकी सर्व गटांना गुण द्या.

अशा तऱ्हेने स्ट्रॉचे बांधकाम करण्यामध्ये मजबुती आणि टिकाऊपणा हे दोन महत्त्वाचे गुणधर्म लक्षात ठेवायला लागतात. काही बांधकामांत मजबुती महत्त्वाची असते. प्रत्येक स्ट्रॉची वजन पेलायची ताकद तेवढीच असते, पण त्या एकमेकांना जोडताना कशा तऱ्हेने जोडल्या तर त्यांची ताकद पुरेपूर वापरता येईल हे मुलांनी शोधायचे आहे. एक प्लॅस्टिकचा पेला पाणी घडवंचीने तोलायला हवे, ही मजबुतीची किमान मर्यादा त्यांच्या लक्षात असू द्या.



कागदाच्या तराफ्याची शर्यत

कागदाच्या होड्या करून साचलेल्या वा वाहत्या पाण्यात सोडणे हा मुलांचा पावसाळ्यातील आवडता खेळ आहे. या खेळाचे शास्त्रीय रूप येथे आपण पाहू या.

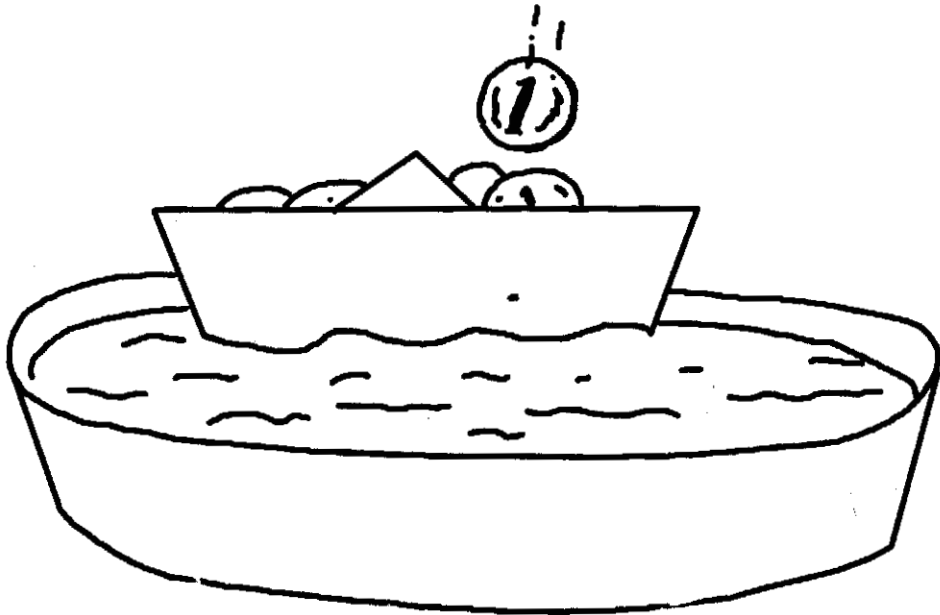
साहित्य : कागद, चिकटपट्टी, नाणी, प्लॅस्टिकची रुंद टोपली, नाणी, कात्री.

कृती :

१. सारख्या आकाराचे थोडे जाड आणि शक्यतो मेणाचा पातळ थर दिलेले घोटीव कागद वापरा. चित्रकलेसाठी गुळगुळीत कागद मिळतात तेही चालतील.
२. पंधरा मिनिटांत मुलांनी या कागदाची होडी किंवा तराफा तयार करायचा आहे. मुलांनी तीन-चार कागद वापरून नमुने तयार केले तरी चालतील, पण त्यांतील एकच स्पर्धेसाठी सादर करायचा आहे. कागद दुमडून अथवा चिकटपट्टी वापरून जोड दिले तरी चालतील. होडीत अथवा तराफ्यात पाणी शिरू नये म्हणून जोड वा दुमड असेल त्या जागी चिकटपट्टी वापरली तरी चालेल.
३. तयार झालेल्या नमुन्यांतील एक कृती मुलांनी चर्चा करून स्पर्धेसाठी सादर करावी. ती कृती आधी पाण्यावर ठेवून, त्यावर वजन ठेवून पाहायची नाही. तशी स्पष्ट सूचना प्रत्येक गटाला द्या.

४. दिलेली वेळ संपली की परीक्षकाने एका वेळी एक होडी सर्व मुलांसमोर तपासायची आहे. जरी एकाच मापाचे कागद दिले असले तरी कापणे, दुमडणे, जोडणे या कृतीमुळे होडीचा आकार आणि आकारमान वेगवेगळे असेल. होडी प्लॅस्टिकच्या रुंद टोपलीत पाणी भरून त्यात सोडा आणि त्यावर एक एक नाणे ठेवा. होडी बुडोपर्यंत किती नाणी तोलून धरते याची नोंद करा. सर्वात जास्त नाणी तोलून धरील त्या होडीच्या निर्माणकर्त्या गटाला शंभर गुण आणि मग क्रमाने नाण्यामागे दहा गुण कमी करत होड्यांची परीक्षा करा.

या कृतीमध्ये मुलांनी वेगवेगळ्या प्रकारे होडी तयार करून पाहायची आहे. फक्त कडा दुमडून तराफा केला तर तो लांब-रुंद होईल, पण खोली जास्त नसेल. अर्ध्यावर दुमडून कडा जोडून होडी बनवली तर ती अरुंद, पातळ पण खोल होईल. यांपैकी कोणता प्रकार जास्त नाणी तोलतो ते मुलांनी विचार करून ठरवायचे आहे. या दोन टोकांच्या प्रकारांमधील नमुना अधिक उपयुक्त ठरेल का? स्पर्धा पार पडल्यावर मुलांनी बनवलेले इतर नमुने त्यांनाच तपासायला द्या. आपली निवड कितपत बरोबर ठरली हे त्यांनाच ठरवू द्या.



कोणाचा कागदी पूल जास्त मजबूत?

वर्तमानपत्राचा कागद वापरून आपल्याला पूल तयार करायचा आहे. त्यावर मध्यभागी वजन ठेवून पुलाची परीक्षा घेतली तर काय आढळते?

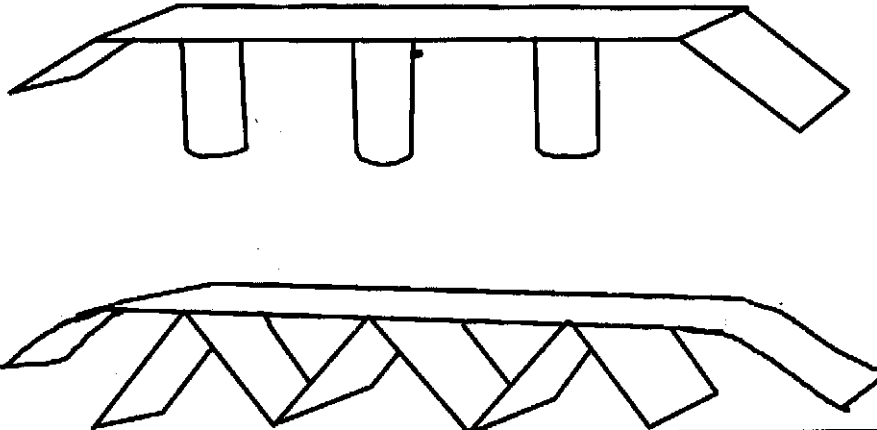
साहित्य : वर्तमानपत्राचा कागद, टाचण्या, पिना, गोंद, कात्री, पट्टी, वजनासाठी सारख्या आकाराचे दगड वा ठोकळे, टेप.

कृती :

१. प्रत्येक गटाला वर्तमानपत्राचे पाच मोठे कागद द्या. बाकी सामान हवे तसे वापरण्यासाठी उपलब्ध ठेवा.
२. अर्धा तास वेळ द्या. प्रत्येक गटाने दिलेल्या कागदाचा पूल बनवायचा आहे. तयार झालेला पूल घेऊन दोन मुले दोन टोके धरून उभी राहतील आणि मध्यभागी वजने ठेवून पुलांची परीक्षा केली जाईल याची मुलांना आधी कल्पना द्या.
३. पुलाची रुंदी दहा सें.मी. तर लांबी अर्धा मीटर हवी. मोजपट्टी अथवा टेपने मुलांनी तयार पुलाची लांबीरुंदी मोजून स्पष्टेसाठी सादर करायचा आहे.
४. वेळ संपली की दोन मुलांनी दोन कडा हातात धरून थांबायचे आणि परीक्षकाने पुलाच्या मध्यभागी लाकडाचे ठोकळे अथवा दगड ठेवून पुलाचे बांधकाम तपासायचे आहे. पूल कोसळेपर्यंत किंवा फाटेपर्यंत वजने ठेवा. सर्वात जास्त वजन पेलेल त्या पुलाला १०० गुण. मग क्रमाने दहाने गुण कमी करून द्या.

पुलावरती असलेले वजन खालच्या बाजूला पूर्ण लांबीत समान वाटले गेले तर पूल मजबूत आणि टिकाऊ बनतो. रोमन लोक कमानी वापरून पूल बांधत असत. दगड वा विटा बांधून कमानी तयार केल्या जातात. कमानीमधील प्रत्येक वीट वा दगडाची लादी अर्ध्या भागात खालच्या विटेचा आधार घेते तर उरलेल्या अर्ध्या भागात वरील विटेला आधार देते. अशा तऱ्हेने अर्धवर्तुळाकार कमानी बनते. सर्वात वरची, मध्यावरची वीट महत्त्वाची आहे. तिच्याद्वारे कमानीवरील वजन इतर दोन्ही बाजूंच्या विटांवर समान वाटले जाते आणि पायापर्यंत भार तोलला जातो. उभ्या दिशेने खाली पडणारे वजन कमानीमुळे आडव्या दिशेने जाते. त्यामुळे पुलाची मजबुती वाढते. दोन खांबांवर कमानी तोललेली असते ते खांबे मजबूत असावे लागतात. ही पद्धत कमी लांबीच्या पुलांसाठी अजूनही वापरली जाते. जास्त लांबीच्या पुलासाठी जाड लोखंडी दोरखंडासारख्या तारा किंवा दोन्ही तीरांवर भक्कम आधार देऊन पुढे आलेल्या सळ्यांचे बांधकाम इत्यादी प्रकार वापरले जातात. पुलावरील भाराचे सम प्रमाणात वाटप होणे हे पुलाच्या मजबुतीसाठी आणि टिकाऊपणासाठी आवश्यक आहे.

आपल्या देशातील कलकत्ता येथील हुगळी नदीवरचा 'हावडा ब्रीज' हा एक जुना परंतु वैशिष्ट्यपूर्ण पूल आहे. त्याच नदीवरील नवा विद्यासागर पूल, नवी व जुनी मुंबई जोडणारा वाशी येथील पूल आणि कोकण रेल्वेमार्गावरील अनेक पूल हे आधुनिक स्थापत्यशास्त्र वापरून बांधलेले देशातील अत्याधुनिक पूल आहेत. अनेक घटकांचा विचार करून पूल बांधावे लागतात.



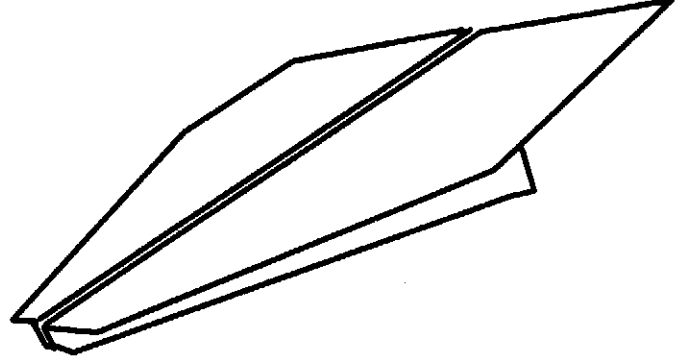
लावा विमानांची शर्यत

कागदी विमाने करून उडवणे हा सगळ्या मुलांचा आवडता खेळ आहे. त्यांची स्पर्धा लावून त्यामागची शास्त्रीय तत्त्वे आपण शिकू या.

साहित्य : वहीच्या पानाच्या आकाराचे जाड कागद, चिकटपट्टी, कात्री, सेकंद मोजणारे घड्याळ, टेप, एकात एक गोल काढून रंगवलेला नेमबाजीचा फलक.

कृती :

१. प्रत्येक गटाने, दिलेल्या कागदापासून चार विमाने तयार करायची आहेत. हवेत तरंगत राहायची वेळ, विमानाने फेकल्यावर कापलेले अंतर, विमान नेमबाजीच्या फलकावरती फेकून घेतलेला अचूक वेध आणि त्याच्या हवेतील कसरती या चार विभागांत तयार केलेल्या विमानांची परीक्षा घेतली जाईल आणि गुण दिले जातील.
२. प्रत्येक गटाला सहा कागद आणि चिकटपट्टी दिली जाईल. दुमडण्यासाठी किंवा ताठ राहण्यासाठी धातूची अरुंद पातळ पट्टी देता येईल.
३. प्रत्येक स्पर्धेसाठी स्वतंत्र विमान बनवायचे आहे आणि ते परीक्षकांना गटापैकी एका मुलाने हाताने उडवून दाखवायचे आहे. प्रत्येक विभागासाठी पंचवीस गुण दिले जातील. दोन कागद जास्त दिले जातील त्यावर थोडा सराव करता येईल. पंधरा मिनिटांत गटातील सर्वांनी मिळून ही चार विमाने तयार करायची आहेत. एक विमान तीन वेळा फेकायची मुभा मिळेल. आणि तिनापैकी सर्वोत्तम कामगिरी स्पर्धेसाठी घ्यावी.
४. हवेत तरंगत राहणे : एकाच वेळी सर्व गटांतील एकएक स्पर्धक विमान उडवतील. सर्वांत जास्त वेळ तरंगत राहणारे विमान पहिला क्रमांक आणि पंचवीस गुण घेईल. नंतर उतरत्या क्रमाने २-२ गुण कमी होत जातील. किंवा घड्याळ वापरून विमान तरंगत राहायची वेळ मोजावी आणि क्रमांक द्यावेत.
५. एका रेषेवर उभे राहून प्रत्येक गटातील एक स्पर्धक एकदम विमान फेकेल. सर्वांत दूर पडणारे विमान प्रथम क्रमांक आणि पंचवीस गुण मिळवील. रेषेच्या दहा सें.मी. अलीकडे पडणाऱ्या प्रत्येक विमानाचे दोन गुण कमी होतील. याप्रमाणे उतरत्या क्रमांकांमागे दोन गुण कमी मिळतील.
६. भिंतीवर ठरावीक अंतरावर नेमबाजीचा फलक अडकवा. मध्यावरच्या गोलात २५ तर नंतरच्या गोलात क्रमाने

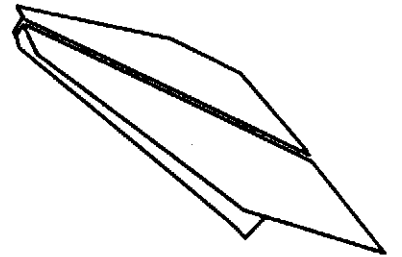


दोन दोन आकडे कमी होत जातील. विमाने नेम धरून स्पर्धकाने फलकावर फेकायची आहेत. विमान ज्या गोलात पडेल तेवढे गुण त्या गटाला मिळतील.

७. विमानाच्या हवेतील कसरती मुलांनी करून दाखवायच्या आहेत. विशिष्ट तऱ्हेने विमान फेकले तर ते हवेत गिरकी घेते, भिरभिरत जाते, लहरी काढत पुढे जाते, जमिनीवर उतरताना सुळकन डौलदारपणे उतरते असे अनेक कसरतीचे प्रकार आहेत. त्यांपैकी कोणती कसरत करून दाखवणार हे प्रथम स्पर्धकाने सांगायचे आणि मग ती करून दाखवायची. आपले निरीक्षण वापरून परीक्षकाने क्रमांक द्यायचे आहेत. सांगितलेली कसरत विमान करून दाखवते आहे ना, हा पहिला निकष असेल. प्रथम क्रमांक पंचवीस गुण घेईल तर उतरत्या क्रमांकाने दोन-दोन गुण कमी होत जातील.

चारही विभागांतील गुणांची बेरीज करून गटाचे एकूण गुण ठरतील.

कागदी विमानबांधणीमध्ये आकार, दुमडलेल्या जागा यांवर त्याचा हवेतील मार्ग निश्चित होतो. निमुळते अरुंद विमान जास्त अंतर काटेले, तर आडवे पंख असतील तर जास्त वेळ हवेत तरंगेल. शेपटीची बांधणी बदलून मार्ग बदलता येतो, तसेच डौलदारपणे उतरण्यासाठी तोंडाकडे निमुळते करावे लागते. दोन कागद आणि दहा मिनिटे सरावासाठी देऊन मग स्पर्धा घ्यावी.



फुग्याचे बनवू या अवकाशयान

कागदाच्या सुरळीला फुगा जोडला आणि ती लांब अथवा उंच उडवली तर अवकाशयानाची तत्त्वे मुलांना सांगता येतात. सर्वांत उंच अथवा लांब जाणारे यान प्रथम क्रमांक घेईल.

साहित्य : सारख्या आकाराचे लांबट फुगे, कागद, मजबूत दोरा, स्ट्रॉ, चिकटपट्टी, कात्री.

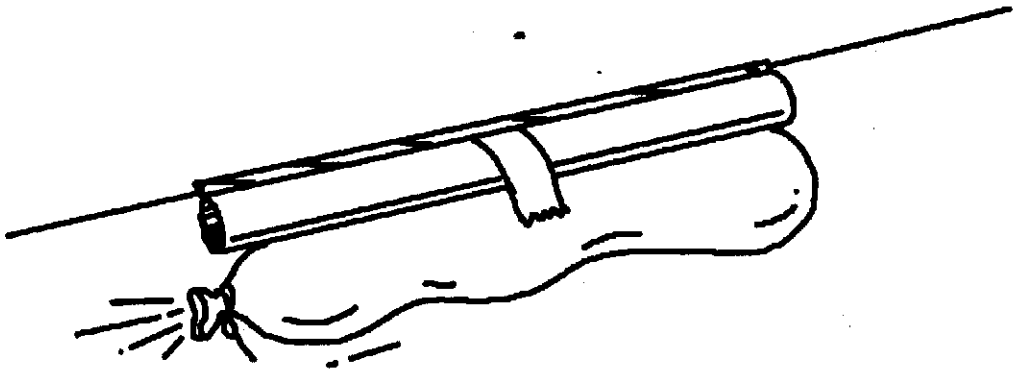
कृती :

१. प्रत्येक गटाला सारखा फुगा आणि कागद द्या. इतर साहित्य हवे तितके वापरावे. वेळ वीस मिनिटे द्यावा.
२. कागदाची गोल, निमुळती सुरळी करून ती स्ट्रॉ ला दोरीने बांधा किंवा चिकटपट्टीने चिकटवा. फुगवलेला लांबट फुगा या तयार केलेल्या यानासाठी इंधन म्हणून वापरायचा आहे.
३. तयार झालेल्या यानाला फुगवलेला फुगा चिकटवून ते सोडा.
४. यान किती लांब जाते आणि मग किती उंच जाते याची स्पर्धा घ्यायची आहे. गटातील मुलांनी फुगा फुगवून यान उडवून दाखवायचे आहे. सर्वांत लांब जाणाऱ्या यानाला ५० गुण आणि मग उतरत्या क्रमांकाने पाच गुण कमी होत जातील. तसेच सर्वांत उंच उडणाऱ्या यानाला पन्नास गुण आणि उतरत्या क्रमांकाने पाच गुण कमी होत जातील.

गटातील एकाने यान धरावे आणि दुसऱ्याने फुगवलेल्या फुग्याच्या तोंडाची दोरी एका झटक्यात सोडायची म्हणजे यान पुढे किंवा वर झेपावेल.

नागपंचमीला जोंधळ्याच्या किंवा राजगिन्याच्या लाह्या बनवताना जी कृती होते ती आणि अवकाशयानाचे उडणे यांमध्ये बरेच साम्य आहे. गरम भांड्यात अथवा तव्यावर जोंधळे टाकले, की दाण्यामध्ये सूक्ष्म स्वरूपात असलेल्या पाण्याची तापून वाफ होते. दाण्यावरील कवचाच्या आतील बाजूस या वाफेचा दाब वाढतो आणि तडतड आवाज करत लाही फुटते. या चविष्ट लाह्या फुटत असताना वर झाकण ठेवले नाही तर फुटण्याच्या जोरामुळे त्या हवेत उडूही शकतात. अवकाशयानाच्या तळाशी ठेवलेल्या टाक्यांमधील इंधन जळले की तेथील वायू झटकन प्रसरण पावतो. दाब वाढून प्रचंड वेगाने तिथे असलेल्या छिद्रातून बाहेर पडतो. बाहेर जाणाऱ्या वायूच्या क्रियेला प्रतिक्रिया म्हणून यान विरुद्ध दिशेने पुढे जाते.

फुगवलेल्या लांबट फुग्यामधील हवा अरुंद तोंडातून मागच्या दिशेने बाहेर पडते आणि फुगा विरुद्ध दिशेने म्हणजे पुढे झेपावतो. चिकटपट्टी आणि स्ट्रॉच्या साहाय्याने फुग्याला चिकटलेली सुरळीही पुढे जाते. न्युटनच्या तिसऱ्या गतिविषयक नियमाप्रमाणे क्रिया आणि प्रतिक्रिया या समान असून विरुद्ध दिशेने कार्य करतात. कागदाचे यान उडवताना ते अधिक उंच किंवा दूर जाण्यासाठी काही बाबी मुलांनी ध्यानात ठेवाव्या. लांब, अरुंद, निमुळत्या तोंडाचे यान असेल तर हवेचा विरोध कमी होईल आणि यान लांब जाईल. समोरचे टोक निमुळते सरळ असेल तर यानही सरळ रेषेत जाईल. फुगा चिकटवताना एक अथवा दोन बिंदूशी चिकटवावा. कारण हवा बाहेर पडली की फुग्याचे आकुंचन होऊ रबर सैल होते. तेव्हा फुगा स्वतंत्र व सुटा असेल तर सर्व जोर पुढे जाण्यासाठी वापरला जातो.



बनवा छोटेसे जग

एखाद्या दृश्याची प्रतिकृती बनवायची स्पर्धा गटामध्ये लावली तर मुलांची निरीक्षण शक्ती, सृजन आणि कल्पनाशक्तीचा कस लागतो. असलेली सामग्री कल्पकपणे वापरायला शिकता येईल.

साहित्य : पुठ्याचे तुकडे, कागदी खोके, रंगीत वा पांढरा कागद, स्ट्रॉ, टाचण्या, चिकटपट्टी, कापूस, काड्या, पिना, रंगपेटी, पेन्सिल, मोजपट्टी.

कृती :

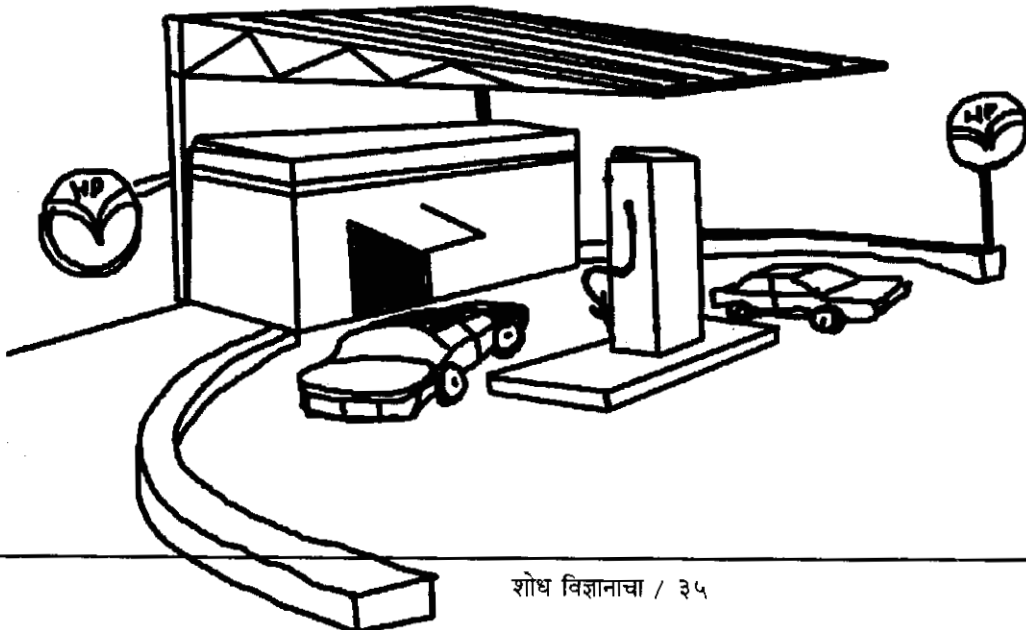
१. मुलांना वरील साहित्य आणि एक तास वेळ द्यावा. एखादी इमारत, थिएटर, शाळेची इमारत आणि मैदान, दुकान व समोर उभी असलेली मोटार, झोपडी आणि झाड, पेट्रोलपंप असे काहीतरी दाखवून त्याची प्रतिकृती बनवायला सांगा.
२. मुलांनी आधी समोर बसून प्रतिकृतीचा (मॉडेल) आराखडा बनवला पाहिजे. मग प्रत्यक्ष साहित्य वापरून प्रतिकृती बनवायची आहे. साहित्य मोजके द्या किंवा हवे तेवढे वापरू द्या. वेळेचे बंधन हवे. प्रतिकृतीचे आकारमान मर्यादित असावे. अर्धा मीटर × अर्धा मीटर आकाराचा फरशीचा चौकोनी तुकडा अथवा पुढ्या प्रतिकृती बनवण्यासाठी प्रत्येक गटाला द्या.
३. खोके कापून खिडक्या-दारे करून इमारत बनवता येते. काडीला कापूस चिकटवून हिरव्या रंगाने रंगवून झाड बनते. रस्ते, मैदान, तळे अनुक्रमे राखी, मातकट, निळ्या रंगाचा कागद वापरून वा पांढरा कागद रंगवून

प्रत्यक्ष प्रतिकृती बनवणे हे कठीण आणि कौशल्याचे काम आहे. प्रतिकृती पाहिल्यावर ती कशाची आहे हे चटकन ओळखता येणे, ही प्रतिकृती चांगली जमल्याची खूण आहे. असलेले साहित्य योग्य तऱ्हेने वापरणे, कल्पना करणे, उत्तम निरीक्षण करणे, तपशील भरणे इ. गुण तपासले जातात. मुले एकमेकांशी चर्चा करून अंतिम निर्णय घेतात. यात वेळेचे बंधन असल्यामुळे झटपट निर्णय घेऊन सहकार्याने काम करायला शिकतात. स्पर्धेमुळे आपली प्रतिकृती उत्तम होईल यासाठी प्रत्येक जण प्रयत्न करतो.

दाखवता येते. मुलांचा वयोगट बघून वेळ वाढवता येतो, प्रतिकृतीसाठी वस्तू निवडता येते.

४. परीक्षण करून गुण देताना मुलांनी तपशील कसे भरले आहेत, प्रमाणबद्धता कितपत ठेवली आहे हे निकष वापरा. उदा., इमारत आणि झाड यांच्या उंचीचे प्रमाण प्रत्यक्षाइतके आहे का? रस्ता आणि मैदानाचा आकार योग्य प्रमाणात आहे का? इ.

सुबकपणा, तपशील, प्रमाणबद्धता, साहित्य वापरताना दाखवलेली कल्पनाशक्ती इत्यादींचा विचार करून गुण द्या आणि शंभरपासून क्रमाने पाच कमी होत जातील असे गुण द्या.



बनवा आकर्षक चित्रफलक

या स्पर्धेमध्ये एखादी योजना वा कल्पना (थीम) मुलांना देऊन त्यावर गुंफलेला चित्रफलक मुलांनी बनवायचा आहे. स्वतंत्रपणे विचार करून कृती करायला यामध्ये भरपूर वाव आहे.

साहित्य : चित्रफलकासाठी समान आकाराचा कागद, चिकटपट्टी, रंगीत कागद, डिंक, पिना, टाचण्या, कापूस, रंग आणि जे लागेल ते. विषयानुसार इतर काही.

कृती :

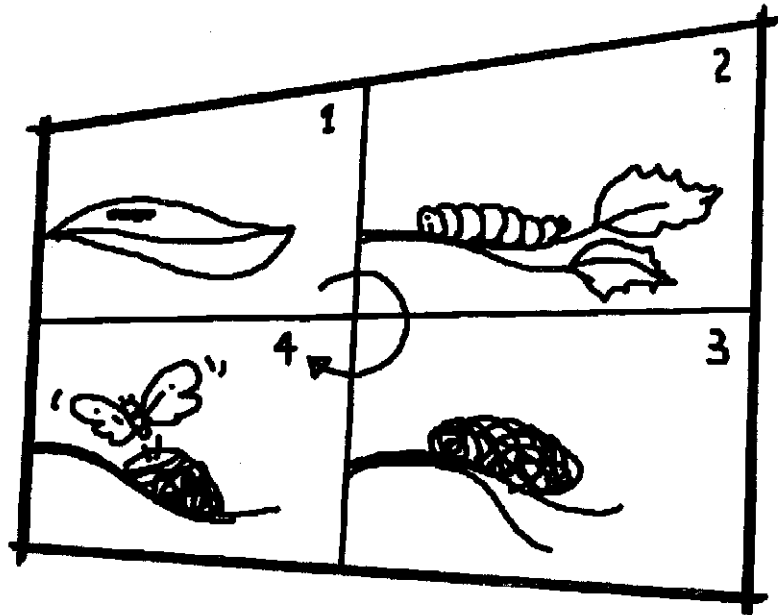
१. चित्रफलकाचा कागद बांबूच्या कामट्यांवर अर्धा मीटर × अर्धा मीटर बसवा आणि मुलांना द्या.
२. त्यावर आकृत्या, वस्तू चिकटवणे, कागद रंगवून चिकटवणे असे काहीही करून दिलेली कल्पना त्यातून साकार करायला मुलांना सांगा.
३. एखादा शास्त्रीय विषय निवडून मुलांना आधी त्याची नीट माहिती द्या. कल्पनेबद्दल मुलांशी चर्चा करा. त्यांच्या सूचना विचारात घ्या. योग्य असतील तर अमलात आणा.

४. वापरलेले साहित्य कागदावर येईल पण कागदाच्या बाहेर (चौकटीबाहेर) जाऊ नये अशी सूचना द्या.
५. मुलांच्या वयोगटानुसार विषय द्या. पाण्याचे चक्र, जीवचक्र (बी, रोप, झाड, फूल, परागीभवन, फळ, बी इ.), सूर्यमाला, उत्क्रांतीची कल्पना, पर्यावरणहानी, पाण्याचे, हवेचे प्रदूषण इ. विज्ञानाशी संबंधित पण सोपे विषय निवडा.
६. सुबकपणा, रंगसंगती, कल्पनेचे आविष्करण, वापरलेले साहित्य, नेमकेपणा, सफाई, नजर टाकल्यावर मिळणारा संदेश इ. निकष वापरता येतील.

उपलब्ध साहित्यात, मर्यादित वेळेत, एखादी कल्पना परिणामकारकरीत्या लोकांपर्यंत पहिल्या दृष्टिक्षेपात पोचवणे हा चित्रफलक बनवण्यामागे प्रमुख हेतू असतो. काही मुले यामध्ये अतिशय चमकदार कल्पना वापरतात.

सर्व स्पर्धांचा एकत्रित निकाल लावून गटांना विजेतेपद आणि उपविजेतेपद देता येते.

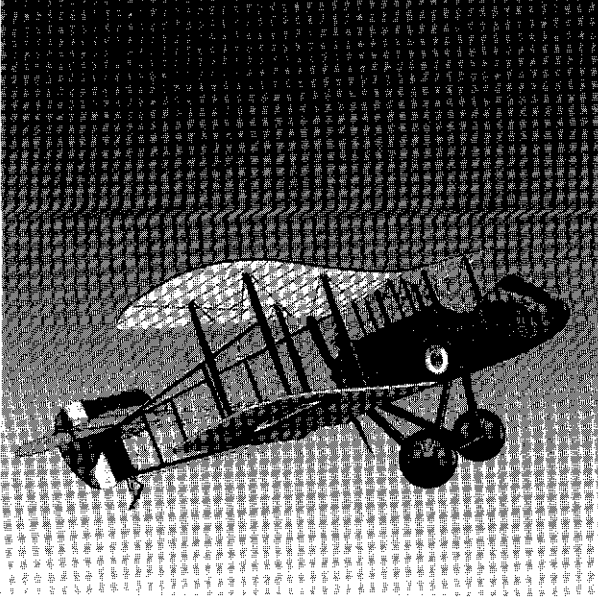
'विज्ञानदिन' असा हसतखेळत साजरा करा.



विज्ञान



विज्ञान



अनुक्रम

शतकानुशतके पडलेली कोडी / ३७

शक्तीपेक्षा युक्ती श्रेष्ठ / ३८

आपल्या शक्तीपेक्षा जास्त काम कसे कराल? / ३९

पेल्यात उडी मारणारा चमचा / ४०

क्रिकेटमागचे विज्ञान / ४१

गाणारा पेला / ४२

आकड्याच्या गंमतीजमती / ४३

पोतेभर चुरमुऱ्यांची संख्या सांगा / ४४

जादूगार नव्हे शास्त्रज्ञ / ४५

पाण्याने फिरवा चक्र / ४६

आज्ञाधारक डबा / ४७

घरीच बनवा क्षेपणास्त्र / ४८

भिंगाची कमाल / ४९

डोलणारा लंबक / ५०

दिशादर्शक कसा बनवाल? / ५२

करू या आगीशी मुकाबला / ५३

विज्ञान वापरा, डाग घालवा! / ५४

स्वतःच बनवा पेन / ५५

विज्ञानाचे पंख मानवाला कसे लाभले? / ५६

हवाईछत्री बनवणार? / ५७

विमान हवेत तरंगते तरी कसे? / ५८

बनवू या हेलिकॉप्टरसारखा पंखा / ५९

उडणारी कडी / ६०

बनवू या विमानाचे मॉडेल / ६१

गिरक्या घेणारे विमान / ६२

गिरक्या घेणारे नकटे विमान / ६३

विमानाला उचलणारा पंखा / ६५

बनवा जंबो पतंग / ६६

शतकानुशतके पडलेली कोडी

कित्येक काळ वैज्ञानिक, तंत्रज्ञ, गणितज्ञ आणि द्रष्टे संशोधक पुढील सात गोष्टी विज्ञानाच्या साहाय्याने साध्य करण्याचा प्रयत्न करत आहेत. जॉन फिन यांनी १९०६ मध्ये त्यांचे एकत्रीकरण करून त्या प्रसिद्ध केल्या. खाली दिलेल्या सात समस्या आजवर कुणीही सोडवू शकलेले नाही.

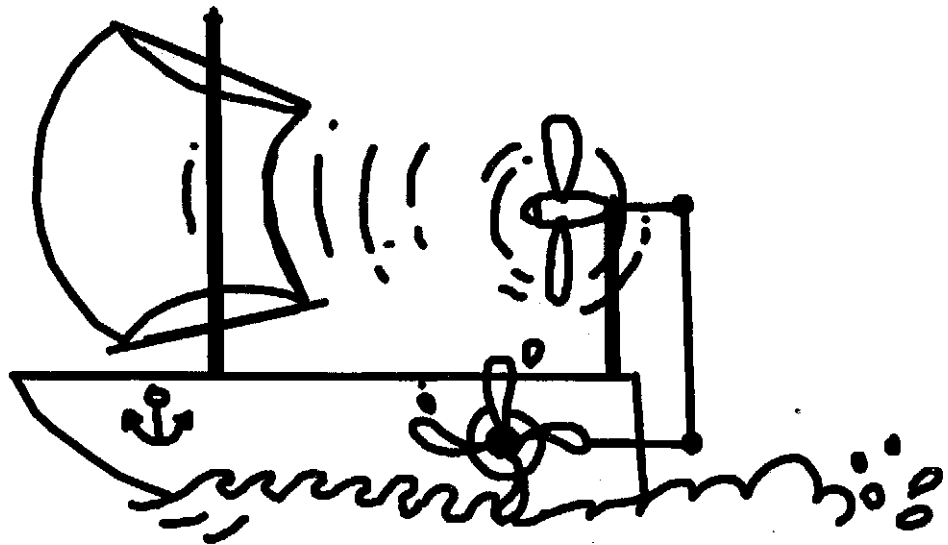
१. बाहेरून ऊर्जा न देता सतत चालू शकणारे यंत्र बनवण्यासाठी असंख्य लोकांनी प्रयत्न केले आहेत. विद्युत, यांत्रिक, उष्णताऊर्जा यांसारखी कोणतीही ऊर्जा बाहेरून दिली जाऊ नये. नमुना म्हणून आकृती पाहा. चाक फिरल्यामुळे पंखा फिरतो, पंख्याच्या वाऱ्यामुळे जहाजाच्या शिडात हवा भरून जहाज पुढे ढकलले जाते आणि त्यामुळे चाक फिरते.
२. कोणत्याही कोनाचे भूमितीच्या संकल्पना वापरून तीन भागांत विभाजन करणे शक्य झालेले नाही. कोनमापक न वापरता हे साध्य करता येत नाही.
३. घनरूप पारा तयार करणे. पारा हा धातू असूनही द्रवरूप आहे. तापमापकात याचा उपयोग करतात. सामान्य तापमानाला कोणतीही प्रक्रिया पारा घनरूप बनवू शकत नाही.

पारा घेऊन तुम्ही प्रयोग करू नका. ते अतिशय धोक्याचे आहे.

४. वर्तुळाएवढा चौरस बनवणे. कोणत्याही त्रिज्येचे वर्तुळ घेऊन त्याचे क्षेत्रफळ काढा आणि त्याच क्षेत्रफळाचा

चौरस आखण्यासाठी गणिताच्या साहाय्याने अचूक लांबी काढा. पाय या गुणोत्तराची किंमत अचूक काढता येत नसल्याने हे शक्य होत नाही.

५. समान लांबी, रुंदी, उंची असलेल्या ठोकळ्याला 'घनाकार' अथवा 'घन' असे म्हणतात. कोणत्याही घनाचे आकारमान दुप्पट करून त्या आकारमानाचा घन गणितीय संकल्पना वापरून काढता येणे शक्य होत नाही. २ या आकड्याचे घनमूळ अचूक काढता येत नाही म्हणून असे होते.
६. कोणत्याही धातूचे दुसऱ्या धातूत रूपांतर करणे. रसायने वापरून शिशाचे सोन्यात रूपांतर करण्यासाठी दोन-तीन शतके अथक प्रयत्न केले गेले. आज शिशाच्या अणूचा अणुभार बदलून सोन्याचा अणू बनवणे शक्य आहे. पण रासायनिक क्रिया वापरून हे करता येणे शक्य नाही. (अर्थात शिशाचे सोन्यात रूपांतर करण्यासाठी लागणारी आण्विक प्रक्रिया मिळणाऱ्या सोन्यापेक्षा कितीतरी महाग आहे.)
७. सौंदर्यप्रसाधने कितीही जाहिराती करून दावा करत असली तरी कायम तरुण राहणे कुणालाही शक्य झालेले नाही. संपूर्ण आयुष्य तारुण्य टिकवून ठेवणे ही अशक्य बाब आहे. अनेक प्रकारांनी अनेक संस्कृतीत यासाठी सतत प्रयोग केलेले आहेत, पण आजवर तरी तारुण्य टिकवून ठेवण्याचा उपाय माणसाला सापडलेला नाही.



शक्तीपेक्षा युक्ती श्रेष्ठ

थोडेसे विज्ञान ठाऊक असले तर रोजच्या व्यवहारातील लहानलहान समस्या सोडवता येतात. दोघे जण दोन काठ्या एकमेकांपासून दूर ओढत असले तरी दोरी वापरून तुम्ही त्या एकमेकांजवळ ओढू शकता. विज्ञानातील कल्पना वापरून माणसाचे काम हलके करण्यासाठी उपकरणे बनवणे, यंत्रे बनवणे, मार्ग शोधणे म्हणजे तंत्रज्ञान होय.

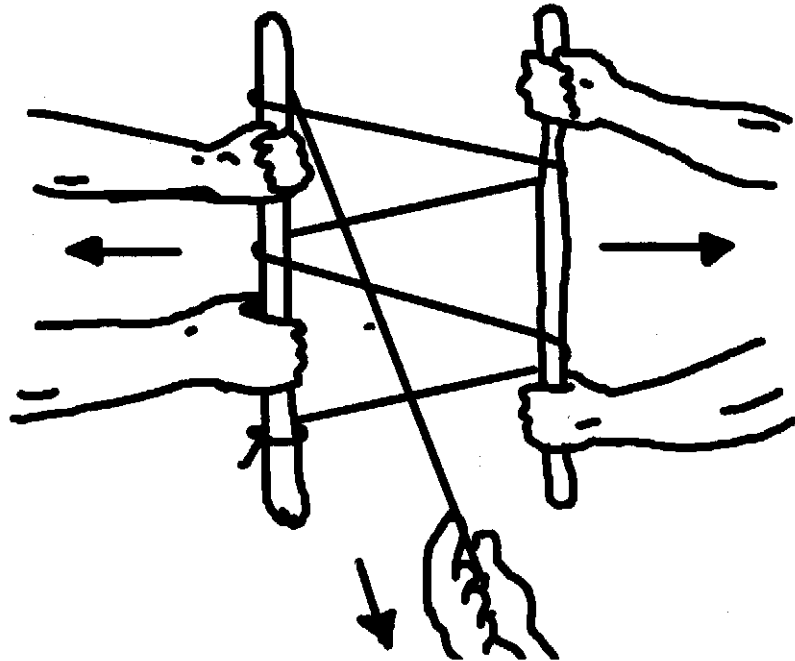
साहित्य : दोन काठ्या (बांबू, झाडू, फांदी इ.), लांब दोर.

कृती :

१. दोन मुले दोन काठ्या धरून एकमेकांसमोर उभी करा. सुमारे ३० सें.मी. अंतर काठ्यांमध्ये राहिल असे पाहा. दोन्ही मुले काठ्या आपल्याकडे ओढून अंतर वाढवायचा प्रयत्न करतील. एक दोरी वापरून तिसरा मुलगा या काठ्यांमधील अंतर कमी करण्याचा प्रयत्न करील.
२. तिसरा तुलनेने अशक्त मुलगा दोरी योग्य तऱ्हेने वापरून हे सहज शक्य करू शकतो. दोरीचे एक टोक एका काठीला गच्च बांधा आणि दोन्ही काठ्यांभोवती दोरीचे वेढे घेऊन दुसरे टोक हातात धरून थांबा (आकृती पाहा.). काठ्यांना दूर करण्यासाठी लावलेले बल दोरीमार्फत असे बदलते की प्रत्यक्षात काठ्या जवळ येण्याच्या दिशेने हे बल कार्य करते.

शेतीची अवजारे, रंग लावण्यासाठी वापरण्यात येणारा दंडगोलाकृती ब्रश, बॉलपेन अशी अनेक रोजच्या वापरातली अवजारे, वस्तू या विज्ञानाच्या वेगवेगळ्या संकल्पना, तंत्रज्ञान वापरून प्रत्यक्षात आलेल्या आहेत.

वरील प्रयोगात, एका जागी लावलेले बल दिशा बदलून आपल्याला हव्या त्या जागी लावण्यासाठी असलेले तंत्र वापरले आहे. जड वस्तू उंचावर नेण्यासाठी कप्पी (पुली) वापरतात त्याचेच हे साधे रूप आहे. काठ्यांना दूर नेण्यासाठी लावलेले बल दोरीमुळे बदलते. दोरीचा प्रत्येक फेरा, गणितीय दृष्टीने बलाची विरुद्ध दिशेची किंमत दुप्पट करतो. प्रत्यक्षात घासण्यामुळे दोरीतील असमान धाग्यामुळे व इतर बारीकसारीक कारणांमुळे ही किंमत दुपटीपेक्षा थोडी कमी होते. कोणत्या प्रकारच्या काठ्या वापरल्या आहेत त्यावर घर्षणात खर्च झालेले बल उरते. काठी गोल असण्याऐवजी चौकोनी असली तर घर्षण जास्त होते. कठीण लोखंडी सळ्या आणि लाकडी बांबू यांमध्येही घर्षणबलात फरक असतो. काठ्या ओढणाऱ्या बलात वाढ झाली तर दोरी ओढणाऱ्या अंतरात वाढ होते. कारण प्रत्यक्षात काठ्या जवळ आल्या की दोरी सैल होते ती ओढून दोरीवर ताण ठेवणे महत्त्वाचे आहे.



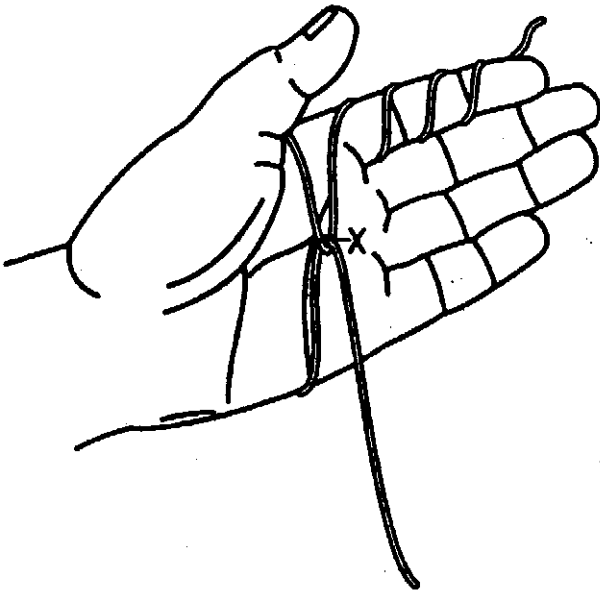
आपल्या शक्तीपेक्षा जास्त काम कसे कराल?

आपल्याला दोरीचे दोन तुकडे करायचे आहेत आणि दोरी चांगलीच मजबूत आहे. थोडेसे तंत्र वापरून हे सहजशक्य करता येईल.

साहित्य : लांब दोरा.

कृती :

- दोरा फारच मजबूत, चिवट असेल तर हाताला कापू शकते. त्यामुळे ही कृती जपून करा.
- दोऱ्याचे एक टोक डाव्या हाताच्या अनामिकेभोवती तीन फेरे घेऊन गुंडाळा आणि मग तळव्याभोवती दोरा फिरवताना सरकफास बसेल असा फिरवून घ्या. आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे दोऱ्याचे सुटे टोक वरच्या फेऱ्यामध्ये अडकून यावे.
 - उजव्या हाताने दोऱ्याचे दुसरे टोक उजव्या तळव्याभोवती फेरे घेऊन गुंडाळा. दोन्ही हातांच्या मुठी वळा, एकमेकींजवळ धरा आणि उजवी मूठ डाव्या मुठीपासून पटकन खाली खेचा. ज्या ठिकाणी दोरा सरकफासात आहे त्या ठिकाणी दोरा तुटेल (आकृतीत फुली मारली आहे ती जागा.).



तंत्रज्ञानामुळे माणसाची अनेक कामे सोपी झालेली आहेत, पण त्यामुळे काही नव्या समस्याही उभ्या राहिल्या आहेत. या समस्या तंत्रज्ञान विकसित करताना लक्षात येत नाहीत. तंत्रज्ञान प्रत्यक्ष उपयोगात आले की मग त्या लक्षात येतात. गाडीने प्रवास सुरू झाला तेव्हा घोड्याच्या त्रासदायक वासापासून सुटका झाली. प्रवास सोपा झाला असे प्रथम वाटले. हे प्रगतीचे मोठे पाऊल ठरले. पण वाहनांची संख्या बेसुमार वाढली, प्रवास सोपा झाला म्हणून मोठ्या प्रमाणावर प्रवास करू लागले आणि आवाज, हवेचे प्रदूषण अशा नव्या समस्या उभ्या राहिल्या.

सायकल, मोटार, स्कूटर, रिक्शा यांच्या चाकांमध्ये रबरी नळ्या असतात. पंपाने त्यांमध्ये हवा भरली जाते. जास्त पंप केले तर जास्त दाबाने हवा भरली जाते. थोड्या जागेत खूप हवा भरली गेल्यामुळे रबरी नळीला टणकपणा येतो. अशी हवा भरलेली नळी स्कूटर, मोटारीसारखे जड वाहन सहज तोलू शकते.

पर्स, कपडे, पिशव्या इ.मध्ये वापरली जाणारी सरकती साखळी (झिपर चेन) १८९१ मध्ये प्रथम वापरली गेली. त्याच वर्षी विजेरी वापरात आली. कागद टाचायची पिन १९०० साली प्रथम शोधली गेली. तंत्रज्ञानाचे हे लहानलहान आविष्कार आज आपण अगदी सहजतेने वापरतो.

बल ज्या क्षेत्रफळावर काम करते त्यावर समान भार (प्रेसर) निर्माण होतो. वरील प्रयोगात सर्व ठिकाणी दोरा सारखाच मजबूत आहे. परंतु दोऱ्याचा एक भाग दुसऱ्या भागात अडकल्यामुळे जेव्हा दोरा ओढला जातो तेव्हा सर्व भार फुली असलेल्या जागी एकवटला जातो. दोऱ्याचा एक भाग दुसऱ्या भागाविरुद्ध बोथट चाकूसारखे काम करतो. त्या जागी भार एकवटतो आणि क्षेत्रफळ कमी असल्यामुळे भार = बल/क्षेत्रफळ या समीकरणानुसार भार वाढतो आणि दोरा तुटतो.

पेल्यात उडी मारणारा चमचा

तरफ हे एक सोपे यंत्र आहे. एका चमच्याचा तरफेसारखा उपयोग करून दुसरा चमचा पेल्यात उडवायचा खेळ तुम्हांला नक्कीच आवडेल.

साहित्य : दोन चमचे, पेला.

कृती :

- दोन चमचे आणि पेला आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे सरळ रेषेत ठेवा. पहिल्या चमच्याचा दांडा दुसऱ्या चमच्याच्या पुढील भागाखाली योग्य जागी यायला हवा. तसेच पेल्याचे अंतर अचूक ठेवा.
- हाताची मूठ करून बाणाच्या दिशेने पहिल्या चमच्यावर पटकन मारा. योग्य जागी मुठीचे बल काम करील आणि दुसरा चमचा उडी मारून पेल्यात जाऊन बसेल.



उसाचे कांडके किंवा झाडाच्या बोटभर रुंदीच्या फांदीचे दोन तुकडे कसे कराल? तुमच्या गुडघ्याचा तरफ म्हणून वापर करा. फांदी वा उसाचा मध्यभाग दुमडलेल्या गुडघ्यासमोर धरा आणि उसाच्या दोन बाजू दोन हातांत पकडा. एकाच वेळी गुडघा पुढे दाबा आणि हाताने दोन टोके जवळ आणा. काडकन उसाचे दोन तुकडे होतील.

काही स्थिर आणि काही हलते भाग ठरावीक आरेखनाच्या साहाय्याने विशिष्ट कृती करण्यासाठी वापरले जातात तेव्हा त्या समूहाला 'यंत्र' म्हणतात. थोडे बल वापरून जास्त वजन उचलणे, कार्यशक्तीचा वापर करता येणे यासाठी यंत्रे उपयुक्त

१९०८ पूर्वी गोल चकतीवर एकच आडवी चीर असलेले खिळा (स्कू) वापरले जात. कॅनडातील पीटर रॉबर्टसन या तंत्रज्ञाने अधिक चिन्हाच्या (+) आकाराची चीर आणि त्यामध्ये चपखल बसणारा पुढील भाग असलेला, खिळा पुढेमागे करणारा स्कूड्रायव्हर प्रथम बनवला. असा खिळा अजिबात सरकत नाही, वळायचे बल जास्त असते आणि एका हाताने सहज बसवता-काढता येतो. सर्व आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांत असे खिळे वापरतात.

ठरतात.

तंत्रज्ञानामध्ये मूलभूत म्हणावीत अशी सहा प्रकारची यंत्रे आहेत.

- उतरण (इन्क्लाइंड प्लेन) : यामुळे वजन उचलण्यासाठी तिरके सरकवत नेले जाते.
- खिळा (स्कू) : ही प्रत्यक्षात गोलाकार अरुंद अशी उतरणच सरळ लोखंडी सळीभोवती गुंडाळलेली असते.
- चाक आणि मधला दांडा : यामुळे जड वस्तू सरकवत नेण्याऐवजी गोलाकार चक्राप्रमाणे फिरत नेल्या जातात.
- कप्पी (पुली) : हे चाक असून दोरी वा लोखंडी साखळीच्या साहाय्याने जड वस्तू वर उचलण्यासाठी वा खाली नेण्यासाठी वापरले जाते.
- पाचर (वेज) : ही लांबट घन त्रिकोणाकृती, एका बाजूला लावलेले बल दिशा बदलून दुसऱ्या बाजूला कार्य करण्यासाठी वापरली जाते. लाकूड फोडताना लहानशी खाच करून पाचर बसवतात आणि त्यावर हातोडा मारला की आडवे बल कार्य करते आणि ऑडक्याचे दोन भाग होतात.
- तरफ : यामध्ये बल टेकूच्या साहाय्याने एका टोकाला लावले तर दुसऱ्या टोकाशी कार्य करू शकते. मोठमोठी यंत्रे या सहा मूलभूत यंत्रांची वेगवेगळी संरचना करून बनवली जातात. युद्धातील शस्त्रे बनवण्यासाठी प्रथम यंत्रे बनवली गेली. जी यंत्रे एका प्रकारच्या ऊर्जेचे दुसऱ्या प्रकारात रूपांतर करतात त्यांना 'इंजिन' असे म्हणतात. वाफेचे इंजिन उष्णतेचे रूपांतर यांत्रिक ऊर्जेत करते. त्यामुळे आगगाडी रुळांवरून धावू शकते. वाफेवर चालणारी यंत्रे सतराव्या शतकाच्या अखेरीस उपयोगात आणली गेली. त्यांच्यामुळे औद्योगिक क्रांतीला सुरुवात झाली.

तरफ हे फार पूर्वी वापरात आलेले सर्वांत साधे यंत्र आहे. एक आडवी सळी आणि एक टेकू याच्या साहाय्याने लहानमोठी कामे सुलभतेने करण्यात तरफ मदत करते. 'मला एक सळी आणि टेकू द्या, पृथ्वीच्या बाहेर जागा द्या, मी पृथ्वीला उलथवून 'दाखवीन' या वाक्यात लाक्षणिक अर्थाने तरफेचे महत्त्व कळते. वरील चमचा उडवायच्या खेळात चमच्याच्या पुढील भागाचा तळ टेकू म्हणून कार्य करतो. मुठीचा खालील दिशेने दिलेला जोर चमच्याच्या दांड्यातून वरच्या दिशेने कार्य करतो आणि दुसरा चमचा उडवला जाऊन पेल्यात पडतो. थोड्या सरावाने ही कृती करता येते.



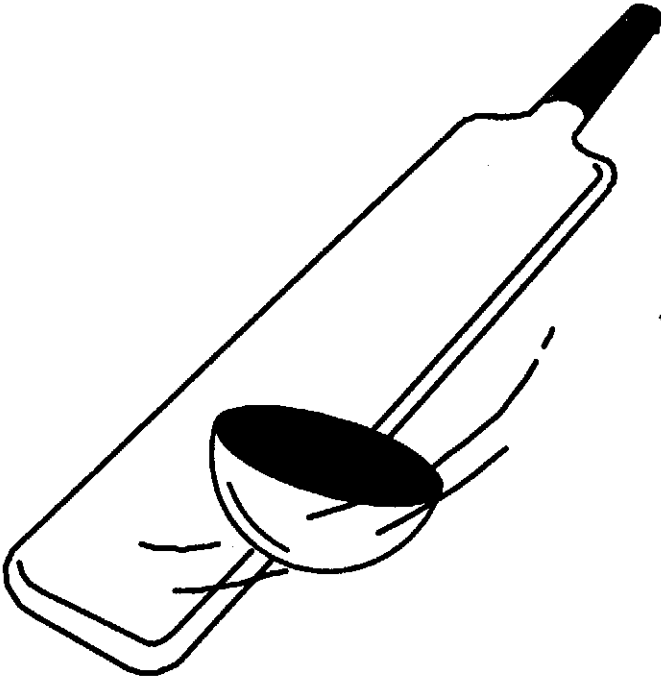
क्रिकेटमागचे विज्ञान

खेळामध्ये विज्ञान महत्त्वाचे आहे. वेगवेगळ्या खेळांमध्ये आपण चेंडू वापरतो, त्यासाठी वेगवेगळ्या पद्धतीने चेंडू तयार केले जातात. क्रिकेटच्या बॅटने, कापलेला अर्धा चेंडू वापरून फटका मारा, फरक कळून येईल.

साहित्य : भरीव रबराचा चेंडू, करवत, क्रिकेटची बॅट, रबरी नळीचा छोटा तुकडा.

कृती :

१. करवत वापरून रबरी भरीव चेंडूचे दोन तुकडे करा. यासाठी मोठ्या माणसाची मदत घ्या. करवतीने गोल वस्तू कापणे सोपे नसते.
२. अर्ध्या कापलेल्या चेंडूला बॅटने फटका मारा. तसाच फटका एका दुसऱ्या गोल चेंडूला मारून तुलना करा. दोन्ही चेंडू एकच अंतर जातात का? चेंडूची गोल बाजू बॅटवर आली आणि सपाट बाजू बॅटवर आली आणि फटका मारला तर अंतरात फरक पडतो का? सपाट बाजूला फटका मारला तर चेंडूचे लहान लहान कपचे पडतात का?
३. चेंडूऐवजी बॅटने रबरी नळीचा तुकडा फटकारून पाहा. हा दंडगोलच्या आकाराचा असल्याने गोल बाजूच बॅटवर येते. तरीही चेंडू वा अर्ध्या चेंडूइतका हा तुकडा दूरवर मारणे कठीण जाते. एकाच बलाने बॅट फटकारून तिन्ही वस्तूंच्या अंतराची तुलना करा.



१७०० सालाच्या सुमारास सायकलींना पायदांडे (पेडल) नव्हते. जमिनीवर पाय रोवून सायकल पुढे ढकलत चालवावी लागे. त्यानंतर पायदांडे आणि पुढील चाक भलेमोठे, मागील चाक लहान असलेल्या सायकली वापरात आल्या. या सायकलवर दीड मीटर उंचीवर स्वार बसत असे आणि अनेकदा पडत असे. १८८० नंतर सुधारणा करत करत सायकलला आजचे स्वरूप प्राप्त झाले.

चेंडूचा गोलाकार हवेचा विरोध कमी करतो, आणि कमीतकमी बल खर्च झाल्यामुळे चेंडू जास्त अंतर कापतो. हवेचे कण बाजूला सारले जातात. अर्ध्या चेंडूची गोलाकार बाजू गतीच्या दिशेला असेल तर अंतर जास्त कापले जाईल. पण सपाट बाजू असेल तर हवेचा विरोध होतो आणि चटकन चेंडूची गती मंदावते. असा चेंडू मारताना किंवा आपटताना सपाट बाजू आपटली तर त्याचे कपचे किंवा तुकडे पडायची शक्यता असते.

वेगवेगळ्या खेळांसाठी चेंडू तयार करताना अनेक बाबींचा विचार केला जातो. वजन, आकारमान, आवरण, वापरलेला पदार्थ इ. विचार शास्त्रीय रितीने करून त्या त्या खेळासाठी चेंडू बनवले जातात. क्रिकेटसाठी चामड्याचे दोन अर्धगोल पक्क्या शिवणीने जोडलेले असतात आणि चेंडू भरीव असतो. शिवणीमुळे हा चेंडू फेकताना बोटाना चांगली पकड मिळते आणि चेंडू गरगर फिरवत टाकता येतो. फिरकी गोलंदाजी यामुळे शक्य होते. टेनिसचा चेंडू पोकळ असून खास प्रकारच्या रबराचा, हलका असतो. त्यावर लोकर किंवा नॉयलॉनच्या धाग्याने विणलेल्या कपड्याचे आवरण असते. आवरणामुळे बॅटवर आपटलेला चेंडू उंच उसळतो. पिंगपॉंगचा चेंडू लहान आणि पोकळ हलका असतो. त्यामुळे तो चेंडू वेगाने जातो पण जास्त अंतर कापू शकत नाही. फुटबॉलमध्ये चामड्याचे आवरण असलेला रबराचा चेंडू असतो, त्यामध्ये हवा भरून टणक केला जातो. गरगर फिरणे, उंच उडवणे, जमिनीवर उसळणे त्यामुळे सहज होते. चामड्यामुळे खेळाडूंना पकडणे, हाताळणे यांसाठी चांगली पकड मिळते.

गाणारा पेला

संगीतामध्येही विज्ञान आवश्यक आहे. सर्व वाद्यांमध्ये विज्ञानाचा उपयोग करून आवाज स्पष्ट, कानांना श्रवणीय आणि चांगल्या प्रतीचा केला जातो.

साहित्य : कागदाच्या लगद्यापासून बनवलेला पेला, कात्री, दोरा.

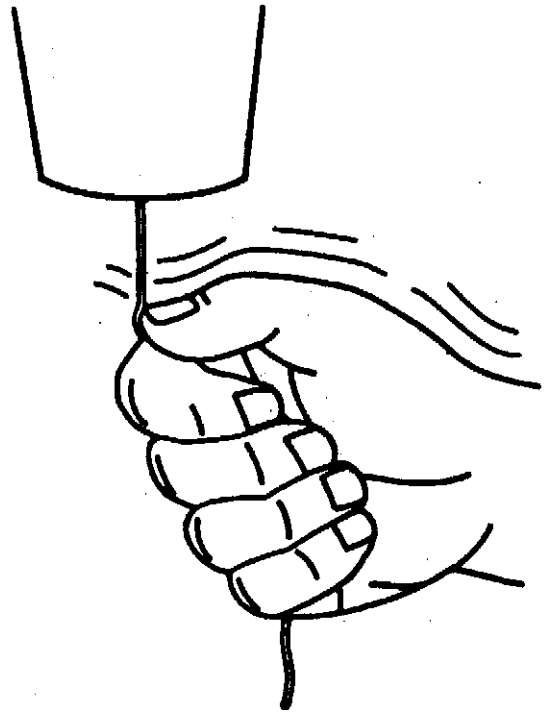
कृती :

१. दोऱ्याच्या एका टोकाला गाठ मारा. दोऱ्याची लांबी ३५ ते ४० सें.मी. ठेवा.
२. कागदी कपाच्या मध्यभागी एक छोटेसे भोक पाडून त्यातून दोऱ्याचे दुसरे टोक ओवा. गाठीमुळे दोरा आरपार जाणार नाही.
३. दोरा ताठ, ताणलेला ठेवा आणि हाताच्या अंगठ्याचे नख त्यावरून जोराने फिरवा. नख ओढताना दुसऱ्या हाताने पेला स्थिर ठेवा. पेल्यातून मोठ्याने आवाज येईल.
४. पेला न वापरता एक टोक तसेच पकडून ताणलेल्या दोऱ्यावरून नख फिरवा. आवाज अगदी हळू येईल.

एका १७-१८ सें.मी. लांबीच्या दोरीला एक धातूचा चमचा बांधा. दोरीचे दुसरे टोक तुमच्या कानाजवळ धरा. चमचा खाली लोंबकळत राहील. दुसऱ्या चमच्याने वा चाकूने लोंबणाऱ्या चमच्यावर आघात करा. तुमच्या कानात त्या आघाताचा आवाज गुंजत राहील. ध्वनिलहरी चमच्यापासून दोरीतून वाहत कानाजवळ पोचतात आणि कानात तो आवाज वर्धित होतो. दोरीला वेगवेगळ्या वस्तू बांधून हाच प्रयोग करून पाहा. प्रत्येक पदार्थावर आघात केल्यावर निर्माण होणारा ध्वनी वेगळा असतो असे तुमच्या लक्षात येईल.

वरील प्रयोगात नखाने दोरीमध्ये जी कंपने उत्पन्न होतात ती दोरीच्या दुय्यम टोकाला म्हणजे पेल्यात पोचतात. पेल्यातील हवेची पोकळी कंप पावते. ध्वनिलहरी पेल्याच्या भिंतीवर पुनःपुन्हा आपटतात, परावर्तित होतात आणि सर्व लहरी एकत्र होऊन आवाज मोठा होतो. या संकल्पनेला 'अनुनाद' (रेझोनन्स) असे म्हणतात. सर्व संगीत वाद्यांमध्ये पोकळी वापरून निर्माण झालेल्या कंपनांचे वर्धन करण्यात येते. सतार, तंबोरा, एकतारी, व्हायोलिन, वीणा यांमध्ये तारेची कंपने पोकळीत जाऊन वर्धित होतात. घंटेचा आवाज पेल्याच्या आकारामुळे वर्धित होतो. वर्धित आवाज मूळ आवाजात मिसळला की मूळ स्वराची प्रत सुधारते.

सॅडफोर्ड फ्लेमिंग या रेल्वेतील अभियंत्याने प्रमाण वेळेची संकल्पना (स्टँडर्ड टाइम) प्रत्यक्ष वापरात आणली. १७ नोव्हेंबर १८८३ पूर्वी प्रत्येक शहरातील घड्याळ त्या ठिकाणी होणाऱ्या सूर्योदयाप्रमाणे चालत असे. ६०० कि.मी. अंतरावरील दोन गावांत सुमारे अर्ध्या तासाचा फरक पडे. त्यामुळे वाफेच्या इंजिनावर सुरू झालेल्या रेल्वेसेवेची समयसारणी (टाइमटेबल) तयार करणे आणि पाळणे कठीण होत होते. फ्लेमिंग या कॅनडाच्या अभियंत्याने सर्व जगाचे २४ भाग पाडले. प्रत्येक भाग १५ रेखांश रुंद होता. प्रत्येक भागात एक समान प्रमाणवेळ मानून त्यानुसार घड्याळे लावली गेली. आणि पुढे या संकल्पनेत थोडे फेरफार होत प्रमाण वेळ निश्चित केली गेली. प्रवास करताना वेळेचा भाग (टाइमझोन) बदलला की प्रवाशांना सूचना देऊन त्यांची घड्याळे पुढे-मागे केली जातात.



आकड्याच्या गंमतीजमती

आकडे विज्ञानात फार महत्त्वाचा भाग व्यापतात. आकड्याच्या खेळात व्यक्त केलेले अंदाज अचूक येतात. खालील गमती करून बघू या. तुमचे आकड्यावरचे प्रभुत्व किती आहे बघा पाहू!

साहित्य : कागद, पेन्सिल.

कृती :

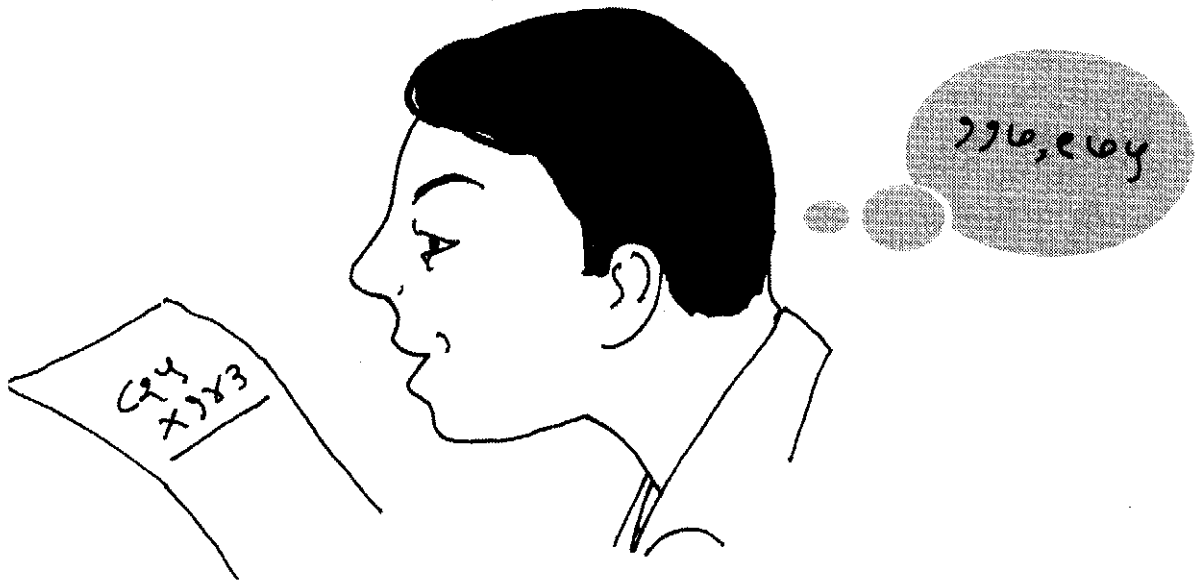
- सुलभ गणनयंत्र (कॅल्क्युलेटर) वापरायचा नाही याची प्रथमच सर्वांना सूचना द्या. आकडेमोड करण्यासाठी फक्त कागद-पेन्सिल वापरा.
- कोणत्याही तीन अंकी संख्येला १४३ ने गुणा, असे गणित त्यांना घाला. ते कागद पेन्सिल घेऊन सुरुवात करीपर्यंत तुमचे उत्तर तयार असेल. गुणाकारावरील तुमचे प्रभुत्व मुले मान्य करतील.
- १४३ या आकड्याची गंमत आहे. कोणत्याही तीन आकडी संख्येला या संख्येने गुणले तरी त्याच पद्धतीने गणित सोडवता येते. उदा. ८२५ हा आकडा आहे; तर त्या आकड्यापुढे परत तोच आकडा लिहून ६ अंकी संख्या मिळेल. त्या संख्येला ७ ने भागले तर

जी संख्या येईल ते उत्तर असेल. एका अंकाने भागाकार करणे फारसे कठीण जात नाही. थोड्या सरावाने कागद-पेन्सिल न वापरता तुम्ही हे करू शकता.
 $८२५८२५/७ = ११७,९७५ = ८२५ \times १४३$

कोणत्याही तीन अंकी संख्येचे याच पद्धतीने उत्तर काढता येते.

अशा अनेक गमती आकड्याच्या नियमितपणामुळे निर्माण होतात. १४२८५७ हा एक खास आकडा आहे. १ ते ६ यांपैकी कोणत्याही आकड्याने या संख्येला गुणले तर हेच आकडे त्याच वर्तुळाकार मांडणीमध्ये (सायक्लिक ऑर्डर) पुन्हा येतात. उत्तर काढण्यासाठी दिलेल्या अंकाने फक्त शेवटच्या स्थानाला गुणा आणि पुढील आकडे लिहीत जा. उदा. १४२८५७×३ हा गुणाकार करताना $७ \times ३ = २१$ म्हणजे १ हा आकडा शेवटच्या एकमस्थानी आहे. चक्राकार मांडणीत १ हा आकडा शेवटचा येईल. या पद्धतीने मग वर्तुळाकार मांडणी करून उत्तर मिळवा ४, २, ८, ५, ७, १. प्रत्येक वेळी आकडे १, ४, २, ८, ५, ७ याच क्रमाने येतात.

$१४२८५७ \times ४ = ५७१४२८$ हे उत्तर चटकन लिहिता येते.



पोतेभर चुरमुऱ्यांची संख्या सांगा

नमुऱ्याचा अभ्यास करून संपूर्ण पदार्थाबद्दल माहिती मिळवणे याचेही (सँपलिंग) एक शास्त्र आहे. आकड्यामध्ये ते वापरता येते. चुरमुऱे खाताखाता, ठिपके मोजतामोजता हे कसे करतात ते पाहू या.

साहित्य : चुरमुऱे, शेंगदाणे, कागद, पेन्सिल, कागदी पेले किंवा वाट्या, पातेले.

कृती :

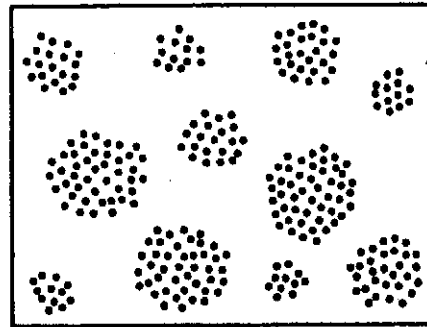
- एका झुडुपात किती पाने आहेत? हिरवळीच्या चौकोनात किती गवताची पाती आहेत? आकाशात किती तारे आहेत? बाहुलीच्या डोक्यावर किती केस आहेत? हे मोजायचे असेल तर खूपच वेळ लागतो. त्याचप्रमाणे पातेलेभर चुरमुऱे आणि शेंगदाण्याची मिसळण घेतली तर किती दाणे त्यात आहेत हे सांगता येईल का?
- पातेल्यामध्ये चुरमुऱे आणि शेंगदाणे नीट मिसळून घ्या. प्रत्येक मुलाला एक कागदी पेला किंवा वाटी भरून ही कोरडी भेळ घ्या. प्रत्येकाने आपल्या वाटीत आणि पातेल्यात किती चुरमुऱे, किती शेंगदाणे असतील याचा अंदाज करून लिहून ठेवायचा आहे.
- हे दाणे-चुरमुऱे खाताना प्रथम तळहातावर वाटी कलती करून थोडेसे मिश्रण घ्या, त्यात किती चुरमुऱे, शेंगदाणे आहेत ते मोजा आणि नोंद करा. मग तोंडात टाका. असे खात, मोजत, नोंदत पूर्ण वाटी संपवा.
- तुमचा अंदाज कितपत अचूक आला आहे? खाऊन झाल्यावर प्रत्येकाने आपल्या वाटीत किती शेंगदाणे होते, किती चुरमुऱे होते याचा आकडा सांगितल्यावर तुम्हांला आश्चर्य वाटेल. प्रत्येकाला साधारण तेवढेच चुरमुऱे आणि शेंगदाणे मिळालेले असतील.
- सर्व चुरमुऱ्यांची संख्या मिळवा आणि जितक्या वाट्या आहेत (मुले आहेत) त्या आकड्याने भागा. प्रत्येकाने आपल्या कागदावर लिहिलेला आकडा थोड्याशा फरकाने तोच असेल. हा सरासरी आकडा आणि सर्वांत मोठा आकडा यांतील फरक, तसेच सर्वांत लहान आकडा आणि सरासरी यांतील फरकही सारखा येईल. (उदा. वाटीतील चुरमुऱ्यांची संख्या ९० पासून १०० पर्यंत बदलती आहे, सरासरी सुमारे ९५ येईल. आणि फरक $९५ - ९० = ५$ व $१०० - ९५ = ५$ असा सारखा येईल.)
- प्रत्येकाला एक लहान कागद देऊन त्यावर ठिपके काढायला सांगा. पूर्ण कागद ठिपक्यांनी भरायचा आहे.

ठिपके काढताना प्रत्येकाने ते मोजून कुणाला न दाखवता नोंद करायची आहे. कागदावर दहा ठिपके काढले की नोंदीसाठी एक फुली असे करून ठिपके अचूक मोजता येतात. कागदावर एका कोपऱ्यात वा मागील बाजूस मुलाने नाव लिहायचे आहे.

- कागदांची अदलाबदल करा. आपल्याला मिळालेल्या कागदावरील ठिपके किती आहेत याचा प्रथम अंदाज करा, त्याची नोंद करा. त्यानंतर वरील युक्ती वापरून ठिपके मोजा. कागदाची घडी घालून भाग करा. आकाराप्रमाणे दहा, वीस, सोळा असे भाग होतील. कागद पुन्हा सरळ करून एका भागातील ठिपके मोजा. त्या आकड्याला भाग केलेल्या संख्येने गुणा. एकूण ठिपक्यांची संख्या मिळेल. ज्या मुलाचा कागद आहे त्याने नोंद केलेला आकडा आणि तुम्ही नमुना गणिताने काढलेला आकडा सारखाच येईल.

प्रत्येक गोष्टीची मोजदाद करून लिहिणे महत्त्वाचे असते. त्यामुळे भोवतालच्या परिसराचे ज्ञान मिळते आणि अनेक मजेदार गोष्टी कळू शकतात. उदा. सामान्य माणूस आपल्या आयुष्यात ३०० कोटी वेळा श्वास घेतो हे वाक्य वाचल्यावर आपल्याला आश्चर्य वाटते. एका जागी स्वस्थ बसून पाच मिनिटांत आपण किती वेळा श्वास घेतो ते घड्याळ वापरून मोजा. त्यावरून एका तासात, दिवसात, वर्षात, शंभर वर्षात किती वेळा श्वास घेतो ते गुणाकार करून काढा. हालचाली करताना श्वास भरभर घेतला जातो तर झोपल्यावर सावकाश घेतला जातो. पण दिवसाची सरासरी तीच राहते.

आपण शिंक देताना हवेचा वेग १५० मीटर प्रतिसेकंद इतका मोठा असतो. डोक्यावर दीड लाख केस असतात. पृथ्वीचा व्यास १३००० कि.मी. आहे. पण संपूर्ण सूर्यमालेच्या लंबीरुंदीचा विचार केला तर पृथ्वी तुलनेने ठिपक्याएवढी आहे.



जादूगार नव्हे शास्त्रज्ञ

विज्ञानावर आधारित आरेखन करणे, बांधकाम करणे, यंत्रे आणि इतर उपकरणांचा आराखडा निर्माण करून प्रत्यक्ष उभारणी करणे म्हणजे अभियांत्रिकी होय. समाजाच्या, लोकांच्या गरजा, चांगल्या, वेगवान पद्धतीने, कमी खर्चात पूर्ण करायचे मार्ग अभियंते सतत शोधत असतात. इमारती, टीव्ही, सायकली, पूल, रस्ते, विमाने, खेळ इ. असंख्य गोष्टींची यादी अभियंत्याच्या कामाशी निगडित आहे.

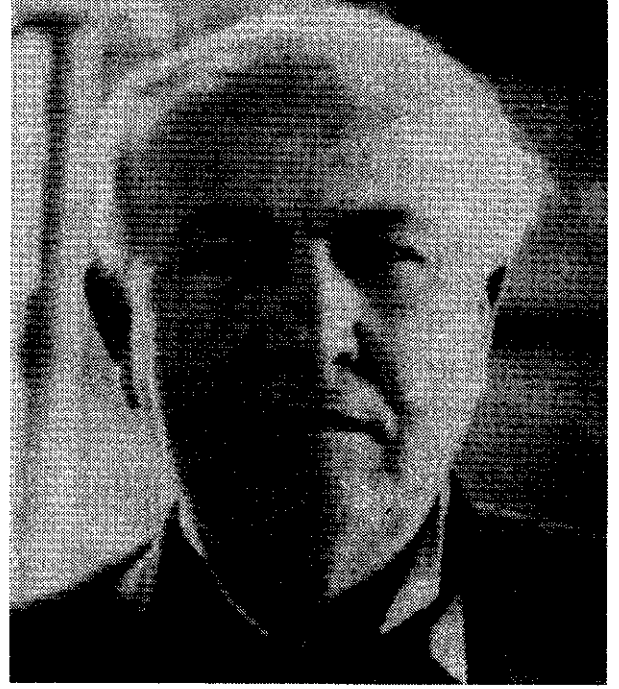
थॉमस अल्वा एडिसन या अत्यंत बुद्धिमान अमेरिकन संशोधकाच्या नावावर १०९३ शोध नोंदलेले आहेत. विजेच्या दिव्यापासून, मायक्रोफोन, ग्रामोफोन इत्यादींचा त्यांमध्ये समावेश आहे.

एडिसनच्या आधीपासून अनेकांनी विजेच्या साहाय्याने दिवे पेटवण्याबद्दल प्रयोग केले होते. त्यांतील काही थोड्या प्रमाणात यशस्वी झालेले होते. एडिसनने व्यवहारात वापरता येईल असा दिवा प्रथम बनवला. त्या काळी घराघरात दिवे वापरले जात नसत. एडिसनने एका ठिकाणी वीजनिर्मिती करून फार मोठ्या विभागाला वीजपुरवठा करून वापरायची कल्पना न्यूयॉर्क शहरात प्रथम प्रत्यक्षात आणली.

आजवर झालेल्या सर्व संशोधकांतील ९० टक्क्यांहून अधिक आज या पृथ्वीतलावर जिवंत आहेत. विसाव्या शतकाच्या अर्ध्यापर्यंत जितके संशोधन, तंत्रज्ञान विकसित झाले, त्यापेक्षा अधिक गेल्या पन्नास वर्षांत झालेले आहे असे आकडेवारी सांगते.

एडिसनच्या न्यूजर्सी राज्यातील दोन प्रयोगशाळा या आधुनिक विज्ञानशाळांचा पाया आहे. संशोधक, अभियंते आणि तंत्रज्ञ, शास्त्रज्ञ यांनी एकत्रित येऊन काम करण्याचा पायंडा या प्रयोगशाळेपासून सुरू झाला. एकाच माणसाने लहानशा जागेत प्रयोग करत एकट्याने संशोधन करायचे असते ही संकल्पनाच एडिसनने बदलली. अनेकांनी सुसूत्रतेने केलेले प्रयत्न लवकर आणि कमी चुका होत यशस्वी होतात, समस्यांवर उत्तरे शोधणे अधिक सोपे होते हे त्याने दाखवून दिले.

शब्दांशी खेळणे काही वेळा नव्या कल्पनांना जन्म देऊ शकते. सर्व क्रियापदांची एक यादी करा. मिसळणे, बांधणे, पसरणे, मिळणे, धुणे, पकडणे, चालणे इ. तसेच सर्व नामांची यादी करा. यामध्ये व्यक्तींची वा गावांची नावे येऊ नयेत. दोन्ही याद्यांमधील एकएक उचलून एकत्र करा आणि त्यांतून कदाचित एखादी नवी कृती उदयाला येईल आणि ती



एडिसन

करण्यासाठी तंत्रज्ञान शोधावे अशी ऊर्मी मनामध्ये येईल. उदा. कपडे, रस्ते, पूल, औषध, पक्षी, दगड ही नामांची यादी असेल तर कपडे मिळणे, धुणे, पसरणे, रस्ते बांधणे, धुणे इत्यादींसाठी यंत्रे शोधायची प्रेरणा मिळू शकते. असा खेळ खेळा.

मानवी जीवन अधिक सुखकर व्हावे म्हणून तंत्रज्ञ सतत प्रयत्नशील राहतात. नवेनवे प्रयोग संशोधक करत राहतात. मानवी कल्पनाशक्तीचा उपयोग मानवाला वरदान ठरावा, शाप ठरू नये याचे भान आकृत्या, सूत्रे, समीकरणे शोधताना प्रत्येकाने ठेवले पाहिजे.

- अल्बर्ट आइनस्टाइन

पाण्याने फिरवा चक्र

वाहत्या पाण्यामधील ऊर्जा हजारो वर्षांपासून वापरली जाते. पाण्याचे चक्र तयार करा आणि वाहते पाणी वजन कसे उचलते ते पाहू या.

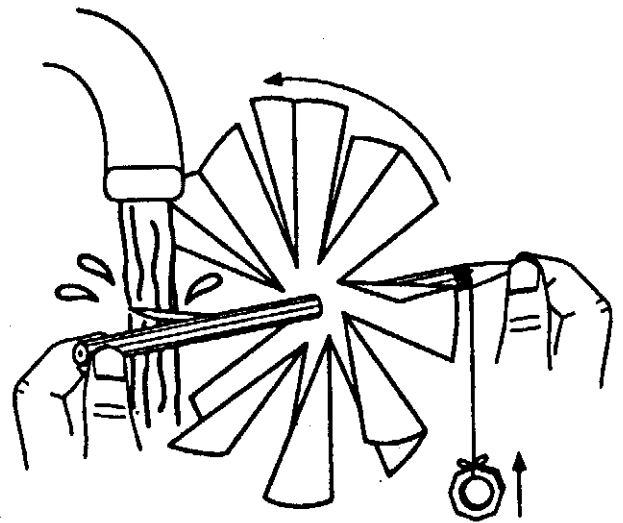
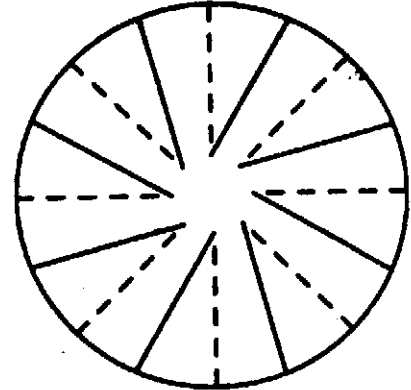
साहित्य : अल्युमिनियमचा पातळ पत्रा मढवलेली खायची कागदी बशी, कात्री, पेन्सिल, टेप, पट्टी, ४० ते ५० सें.मी. लांबीचा दोरा, लहान वजन, वाहता नळ.

कृती :

१. बशीवर प्रथम आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे तुटक आणि सलग रेषा आखून घ्या. मधे चारपाच सें.मी. चा गोल सोडून बशीचे आठ भाग होतील असे आखा.
२. कात्रीने तुटक रेषेवर कापून सलग रेषेवर सुटा भाग दुमडा. पट्टी वापरून सरळ रेषेत दुमडणे सोपे जाते. मधल्या गोलाभोवती आठ दुमडलेले त्रिकोण तयार होतील (आकृती पाहा).
३. मध्यभागी छोटेसे भोक पाडून त्यातून पेन्सिल घाला. चिकटपट्टी वापरून हवे तर पेन्सिल बशीला चिकटवा. बोटात धरून पेन्सिल फिरवली तर चक्र फिरायला हवे.
४. अंगठा आणि तर्जनी यांमध्ये दोन्ही हातांनी पेन्सिल अलगद धरा आणि नळाची अथवा रबरी नळीतून येणाऱ्या पाण्याची धार बशीच्या दुमडलेल्या भागावर पडेल असे धरा. पडणाऱ्या पाण्याच्या धारेने एकामागे एक त्रिकोन खाली जातील. बशी फिरेल तशी पेन्सिलही फिरेल. नळाची धार कमी-जास्त करून पेन्सिल कशी सावकाश वा जोरात फिरते पाहा.
५. दोरीच्या एका टोकाला वजन बांधा आणि दुसरे टोक पेन्सिलीला बांधा किंवा चिकटवा. पेन्सिल फिरेल तशी दोरी पेन्सिलीला गुंडाळली जाईल आणि वजन उचलले जाईल (आकृती पाहा.).

१९२० मध्ये दूरचित्रवाणीचा शोध लागला. १९५० मध्ये पाश्चात्य देशांत तो घरोघरी पोचला. १९७० मध्ये भारतातील प्रमुख शहरांत तर त्यानंतर लगेच खेडोपाडी पोचला. इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह जेव्हा विशिष्ट थराने लेपलेल्या काचेवर पडतो तेव्हा तिथे प्रकाशकण निर्माण होतात. प्रवाहाच्या शक्तीनुसार प्रकाशाची तीव्रता कमीजास्त होते. स्थिरविद्युत् संकल्पना इथे वापरली जाते, आणि चित्र तयार होते.

पाणी वरच्या पातळीत असताना त्याची स्थितिजन्य ऊर्जा जास्त असते. ते जेव्हा खालच्या पातळीत वाहते तेव्हा ही ऊर्जा खर्च होते आणि गतिजन्य ऊर्जेत बदलते. ही गतिजन्य ऊर्जा पाते असलेले चक्र फिरवू शकते आणि चक्र फिरताना ती यांत्रिक ऊर्जेत बदलते. चक्राचा मधील दांडा हा यंत्रांना जोडून यंत्रे फिरवता येतात. पूर्वी धान्य दळणे, लाकूड कापणे यासाठी पाण्याचे चक्र वापरले जाई. आज मोठ्या प्रमाणावर विद्युत्निर्मिती करताना धरणात साठवलेले पाणी पाईपमधून खाली नेतात आणि त्यावर पाती फिरवून विद्युत्निर्मिती करतात. धबधब्यातून पडणारे पाणीही अशा पद्धतीने विद्युत्जनित फिरवू शकते. अशा पद्धतीच्या प्रकल्पांना 'हायड्रोइलेक्ट्रिसिटी' प्रकल्प म्हणतात. या विजेच्या प्रवाहाला दूरवर नेऊन असंख्य गोष्टींसाठी वापरले जाते.



आज्ञाधारक डबा

डब्याला परतण्याची आज्ञा दिली तर तो तुमच्याकडे परत येतो. हा खास बनवलेला डबा तुमची आज्ञा प्रत्यक्षात पाळतो एवढेच नाही तर भौतिकशास्त्राचे नियमही पाळतो. विश्वास नाही ना बसत?

साहित्य : पत्र्याचा गोल डबा (याचे झाकण प्लॅस्टिकचे असावे.). जाड लांब रबरबँड, लोखंडी लहान वजन, खिळा, हातोडा, कात्री, पेन्सिली.

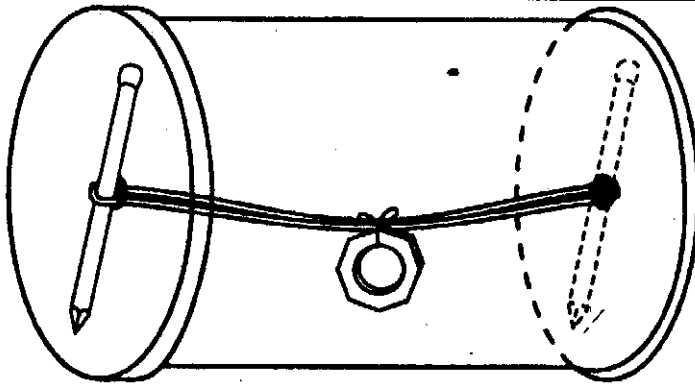
कृती :

- खिळा आणि हातोडा वापरून डब्याच्या तळाआणि झाकणावर मध्यभागी लहानसे छिद्र पाडा.
- भोकातून जाड रबरबँड आत घाला. बाहेर पेन्सिल अडकवा म्हणजे ते पूर्ण आत जाणार नाही. प्रथम तळाच्या भोकातून घाला. डब्याच्या मध्यभागी येईल असे लहान लोखंडी वजन दोरीच्या साहाय्याने रबरबँडला घट्ट बांधा. रबरबँडचा उरलेला भाग झाकणातून ओवा आणि तिथेही एक लहान काडी वा पेन्सिल वापरून घट्ट राहिल असे अडकवा. रबरबँडची लांबी डब्यापेक्षा फार जास्त वा कमी असू नये. रबरबँड डब्यात थोडेसेच ताणले जावे (आकृती पाहा.).
- डब्याला धक्का देऊन तो सपाट पृष्ठभागावर गोलगोल सरकत जाईल असा ढकला, आणि थांबला की 'परत ये' म्हणून आज्ञा द्या. डबा परत तसाच गोल फिरत तुमच्यापाशी येईल.
- झाकण उघडून मध्यभागी लावलेले वजन जास्त आणि कमी करून हाच प्रयोग करा. रबरबँडची लांबी कमी-जास्त करून पाहा. प्रत्येक वेळी डब्याने पुढे आणि मागे गेलेले अंतर मोजा आणि तुलना करा.

तंत्रज्ञानाने आपले जीवन बदलले आहे. एक बदल अनेक नव्या घटकांना जन्म देतो. विमानाचा शोध लागला तेव्हा लांब पल्ल्याचा प्रवास जलद आणि सुखकर झाला. पण त्यामुळे विमानतळ आले, वेळापत्रक आले, सुरक्षिततेसाठी बिनतारी यंत्रणा आली. असे अनेक बदल झाले. प्रवासाची सुरक्षितता, विमान बांधणारे, देखभाल करणारे, वैमानिक, कर्मचारी, चढण्याउतरण्याचे आदेश देणारे अशा अनेक लोकांवर, यंत्रांवर अवलंबून राहिली. घोड्याने एका गावाहून दुसऱ्या गावी जाताना याच्या सहस्रांश घटकही लागत नाहीत. तंत्रज्ञानाने सुलभता आली आणि दुसऱ्या गोष्टीसाठी गुंतागुंतही आली.

- तळाआणि झाकणाला एकाऐवजी दोन भोके पाडा आणि लांब जाड इलॅस्टिकची पट्टी घेऊन त्या चार भोकांतून इंग्रजी आठ या अक्षराप्रमाणे फिरवून पक्की करा. डब्यामध्ये जिथे या पट्ट्या एकत्र येतात, त्या जागी दोरीने वजन बांधा आणि वरील प्रयोग करून पाहा. दोन्ही प्रयोगांची तुलना करा.

डब्यामध्ये ताणलेल्या रबरबँडला वजन बांधलेले असल्यामुळे जेव्हा डबा पुढे जातो तेव्हा रबरबँडला पीठ बसतो. जेवढ्या जोराने डबा ढकलला जाईल तितके जास्त फेरे रबरबँडला बसतात. रबरबँडमध्ये डब्याची गतिजन्म ऊर्जा, पीठ बसून स्थितिजन्म ऊर्जेत बदलते. जेव्हा डबा थांबतो, त्याच वेळी हा पीठ उलगडायला सुरुवात होते आणि स्थितिजन्म ऊर्जा परत गतिजन्म ऊर्जेत बदलून डबा विरुद्ध दिशेने म्हणजे फेकलेल्या दिशेने परत येतो. भौतिकीच्या नियमानुसार हे घडते.



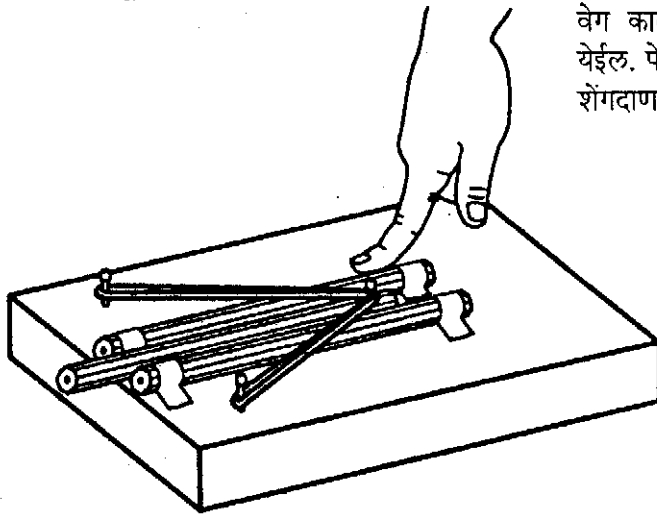
घरीच बनवा क्षेपणास्त्र

ऊर्जा वापरून तोफेच्या गोळ्याचे वा क्षेपणास्त्राचे फेकणे नियंत्रित केले जाते. याच तत्वावर आधारित एक क्षेपणास्त्र बनवून बघू या.

साहित्य : लाकडी फळी, इलॅस्टिक पट्टी, टोकदार नसलेल्या तीन पेन्सिली वा लाकडी बारीक गोल दांडू, तीन खिळे, हातोडा, टेप, घड्याळ, चिकटपट्टी, सुईदोरा.

कृती :

- चिकटपट्टी वापरून फळीवर बारीक दांडू वा टोक काढलेल्या पेन्सिली समांतर चिकटवा. मधे तिसऱ्या पेन्सिलीला जागा ठेवा.
- दोन्ही पेन्सिलीच्या बाजूला समान अंतरावर आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे दोन खिळे ठोका. तिसरा खिळा तिसऱ्या पेन्सिलीत ठोका.
- इलॅस्टिक पट्टीची दोन टोके जोडून पक्की शिवून घ्या आणि ते दोन खिळ्यांना अडकवा. हे उडवणारे उपकरण तयार झाले. फळी जमिनीपासून उंचावर, टेबल वा ओट्यावर ठेवा. जमिनीपासून दीड मीटर तरी उंची ठेवा.
- उडवणारे उपकरण वापरताना समोर कुणी उभे नाही याची खात्री करा. (जोराने उडणारी पेन्सिल डोळ्यांना इजा करू शकते.) तिसरी पेन्सिल म्हणजे क्षेपणास्त्र आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे दोन पेन्सिलींमध्ये ठेवून इलॅस्टिक खालच्या दिशेने खिळ्याच्या साहाय्याने ताणा आणि सोडा. पेन्सिल सरळ रेषेत पुढे जाईल आणि वर्तुळाकार मार्गाने दूर जाऊन जमिनीवर पडेल. इलॅस्टिक जास्त वा कमी खेचून पाहा. अंतर वाढते का?



३०० वर्षांपूर्वी सर आयझॅक न्यूटनने गतिविषयक नियम सूत्रबद्ध केले. त्यांतील न्यूटनचा दुसरा नियम हा सर्व गतिविषयक यंत्रांचा पाया आहे. जास्त जोर लावला तर जास्त गती मिळते, वजन जास्त असले तर गती कमी होते. गती ही याप्रमाणे जोर आणि वस्तुमान (फोर्स, मास) या दोन घटकांवर प्रामुख्याने अवलंबून असते. त्यामुळे फुटबॉलपेक्षा टेनिसबॉल जोरात लांबवर फेकता येतो. वरील प्रयोगात इलॅस्टिक ताणून निर्माण झालेली स्थितिजज्य ऊर्जा ही पेन्सिलीच्या वेगात म्हणजे गतिजज्य ऊर्जेत बदलते आणि पेन्सिल क्षेपणास्त्राप्रमाणे पुढे झेपावते. न्यूटनने नियम सूत्रबद्ध करण्यापूर्वी कितीतरी शतके आपल्या देशात धनुष्याची स्थितिजज्य ऊर्जा बाणाच्या गतिजज्य ऊर्जेत बदलून वापरत असत. तसेच गलोल वापरून पक्षी मारणे, झाडावरील फळे दगड मारून खाली पाडणे इ. केले जात असे.

- वस्तू सरळ खाली पडताना जेवढा वेळ लागतो तेवढाच वेळ पेन्सिल जमिनीवर पडायला लागतो. जो वेग कमीजास्त असतो तो जमिनीला समांतर दिशेने दिलेला असतो. जमिनीच्या दिशेने मिळणारा वेग हा गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रवेगामुळे असतो त्यामुळे तो तेवढाच राहतो. एक पेन्सिल या उपकरणाने आणि एक सरळ खाली सोडून तुम्ही याची खात्री करून घेऊ शकता. दोन्ही पेन्सिली एकाच वेळी जमिनीवर पोहोचतील.
- या पद्धतीने उडवलेल्या पेन्सिलीला खाली पडताना लागणारा वेळ घड्याळ वापरून मोजा आणि टेपने अंतर मोजा. त्या दोन आकड्यांच्या साहाय्याने ताशी वेग काढा. २० ते २२ कि.मी. प्रतितास इतका येईल. पेन्सिलीऐवजी गोटी, लहान दगड, चेंडू, फुगा, शेंगदाणा इत्यादी वस्तू उडवा आणि फरक पाहा.

भिंगाची कमाल

हजारो वर्षे मानव डोळ्याने जे दिसते तेवढ्याच जगाचा अभ्यास करत होता. भिंगाचा शोध लागला आणि न दिसणाऱ्या वस्तू तो पाहू शकला. लहान वस्तू मोठ्या आणि स्पष्ट पाहण्यासाठी भिंग वापरून पाहू या.

साहित्य : पाणी, प्लॅस्टिक कागद, कात्री, गोल पारदर्शक काचेची बाटली, सूक्ष्मदर्शक भिंग, नाणे, दगड, प्लॅस्टिक पिशवी, बारीक रेषा आखलेला कागद (आलेख कागद) काचेचा वाडगा, पेन्सिल, बारीक छपाई असलेला कागद.

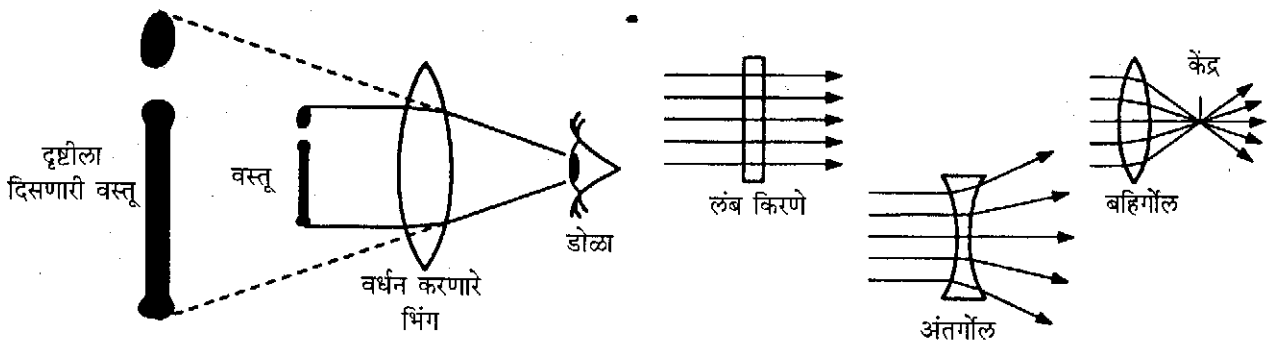
कृती :

- छापलेल्या कागदावर लहानसा पारदर्शक प्लॅस्टिकचा कागद पसरा आणि त्यावर सावकाश पाण्याचा एक थेंब टाका. खालची अक्षरे मोठी दिसतात का? पाण्याच्या थेंबाचा आकार कोणत्या भिंगासारखा आहे?
- गोल काचेची बाटली स्वच्छ पाण्याने भरा. आत एकही बुडबुडा ठेवू नका. झाकण लावा. पाणी बाहेर आले असेल तर पृष्ठभाग स्वच्छ पुसून घ्या. हा तुमचा घरगुती सूक्ष्मदर्शक आहे. डोळ्यांसमोर गोलट बाजू धरून पलीकडे पाहा. सर्वकाही मोठे दिसेल. अक्षरे, फूल, एखादा किडा, खसखशीचा वा मोहरीचा दाणा याकडे बाटलीतून पाहा. याचप्रमाणे प्लॅस्टिकच्या पिशवीत पाणी भरून तिचे तोंड पक्के बांधून सूक्ष्मदर्शक बनवा.
- मोठ्या माणसाच्या उपस्थितीत ही कृती करा. सूर्याकडे कधीही उघड्या डोळ्यांनी पाहू नका. उन्हात जाऊन सावली नसलेली, सरळ प्रकाशकिरण येणारी जागा निवडा. एका काचेच्या वाडग्यात कागदाचा तुकडा पसरा आणि हातामध्ये भिंग धरून त्यातून येणारे किरण कागदावर पडतील असे पुढेमागे करा. कागदावर प्रकाशाचा एक प्रखर गोल दिसेल. भिंग एका विशिष्ट

‘इलेक्ट्रॉन मायक्रोस्कोप’ हा सर्वाधिक वर्धनक्षमतेचा सूक्ष्मदर्शक आहे. जेम्स हिलियर आणि अल्बर्ट प्रेबस यांनी हा सूक्ष्मदर्शक बनवला. या सूक्ष्मदर्शकातून पेशीचे अंतरंग पाहता येते. त्याने जीवशास्त्रात, वैद्यकशास्त्रात क्रांती केली.

जागी धरले तर गोल अगदी बिंदुवत आणि कमाल प्रकाशमान दिसेल. त्याकडे उघड्या डोळ्यांनी फार वेळ पाहू नका. हे भिंगाचे केंद्रांतर आहे. त्या अंतरावर धरले तर कागद काळा होऊन जळू लागतो.

- बारीक छपाई असलेला कागद टेबलावर ठेवा आणि त्यावर भिंग ठेवा. अक्षरे कशी दिसतात पाहा. भिंग उचलून सावकाश दूर नेत त्यातून अक्षरे पाहा, ती मोठी होत जातील. काही अंतरानंतर ती पुसट, फिसकटलेली दिसत जातील. आणखी अंतर वाढवले तर अक्षरे पुन्हा स्पष्ट होतील, पण आता ती उलटी झालेली दिसतील. उलटे पाहण्यासाठी भिंग डोळ्यांजवळ धरा आणि काही मीटर अंतरावरील अक्षरे पाहा. मग भिंग हळूहळू दूर न्या. अक्षरे पुसट होतील आणि एका बिंदूपाशी उलट होतील.
- भिंगाची प्रतिमा मोठी करायची क्षमता तिच्या केंद्रांतरावर अवलंबून असते. एक आलेखाचा कागद घ्या. एक डोळा बंद करून भिंग त्यावर ठेवून पाहा. हळूहळू भिंग उचलून डोळ्याजवळ आणा. उभ्या रेषा पुसट होईपर्यंत अंतर वाढवा. भिंग तसेच धरून भिंगाच्या दोन्ही कडेला दिसणाऱ्या रेषांवर खूण करा. आणि भिंगातून दिसणाऱ्या उभ्या रेषा मोजा. खुणेमधील रेषाही मोजा (आकृती पाहा.). या दोन आकड्यांचे गुणोत्तर काढा.

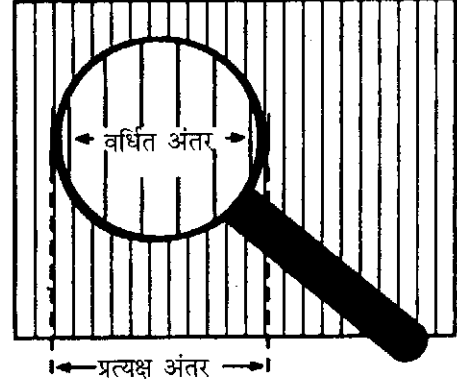


प्रत्यक्ष रेषा/भिंगातून दिसलेल्या रेषा = वर्धनक्षमता

भिंगाची गुणवत्ता तपासण्यासाठी आलेखावर भिंग केंद्रित करा. मध्यभागी आलेखाचे लहान चौकोन स्पष्ट दिसतील. सर्व भिंगातून चौकोन स्पष्ट दिसले तर भिंग उत्तम गुणवत्तेचे आहे. नाहीतर फक्त मध्यभागी स्पष्ट चौकोन दिसतो व भिंगाच्या कडेला चौकोनाच्या रेषा वक्र वा तुटक्या, धूसर दिसतात.

भिंगामुळे सरळ रेषेत जाणारा प्रकाशकिरण वाकवला जातो. काचेची वा प्लॅस्टिकची फुगीर चकती भिंगाचे कार्य करू शकते. मध्यभागी फुगीर आणि कडेला निमुळते होत गेलेले भिंग बहिर्गोल भिंग असते. मध्यभागी पातळ आणि कडेला जाड होत गेलेले भिंग अंतर्गोल भिंग असते. बहिर्गोल भिंग प्रकाशकिरण एकत्रित करते तर अंतर्गोल भिंग प्रकाशकिरण विखुरते (आकृती पाहा.). भिंगाच्या मध्यातून जाणारा किरण मात्र वाकत नाही. तो सरळ रेषेत आरपार जातो. बहिर्गोल भिंगातून वस्तूची प्रतिमा मोठी दिसते. पाण्याचा थेंब बहिर्गोल भिंगासारखा असतो. त्यामुळे पाणी भरलेली गोल बाटली वा प्लॅस्टिक पिशवी डोळ्यांसमोर धरली तर पलीकडचे सर्व मोठे दिसते.

बहिर्गोल भिंगातून जाणारे समांतर किरण एका बिंदूत एकवटतात. या बिंदूला 'केंद्र' म्हणतात. सूर्यप्रकाशात धरलेल्या भिंगावर पडणारे सर्व किरण त्याच्या केंद्रापाशी एकवटतात. त्या जागी कागद ठेवला तर किरणांची उष्णता एकवटून तो काळा होतो आणि मग जळतो.



भिंगातून डोळ्यांनी पाहिल्यास वस्तूवरून येणारे किरण वाकवून डोळ्यांत शिरतात. प्रत्यक्षात ते पाठीमागून अधिक मोठ्या वस्तूवरून आले असे भासमान चित्र डोळ्यांना दिसते (आकृती पाहा.). वस्तू केंद्रांतरापेक्षा जास्त अंतरावरून पाहिली तर प्रतिमा उलटी पडते. म्हणून बारीक अक्षरावरून भिंग दूर नेत पाहिले तर प्रथम अक्षरे मोठी दिसतात आणि नंतर धूसर होतात, त्यानंतर उलट दिसतात.

कॅमेऱ्यामध्ये एका खोक्यात एका बाजूला फिल्म असते तर दुसऱ्या बाजूला छिद्र असते. त्यातून प्रकाश आत शिरतो आणि फिल्मवर प्रतिमा उलट उमटते. ही प्रतिमा लहान असते. मग तिचे वर्धन करतात.

डोलणारा लंबक

दोरीला वजन बांधून दुसरे टोक टांगून ठेवले की लंबक तयार होतो. लंबकाचा खेळ करून पाहू या, आणि सुरेख आरेखने बनवू या.

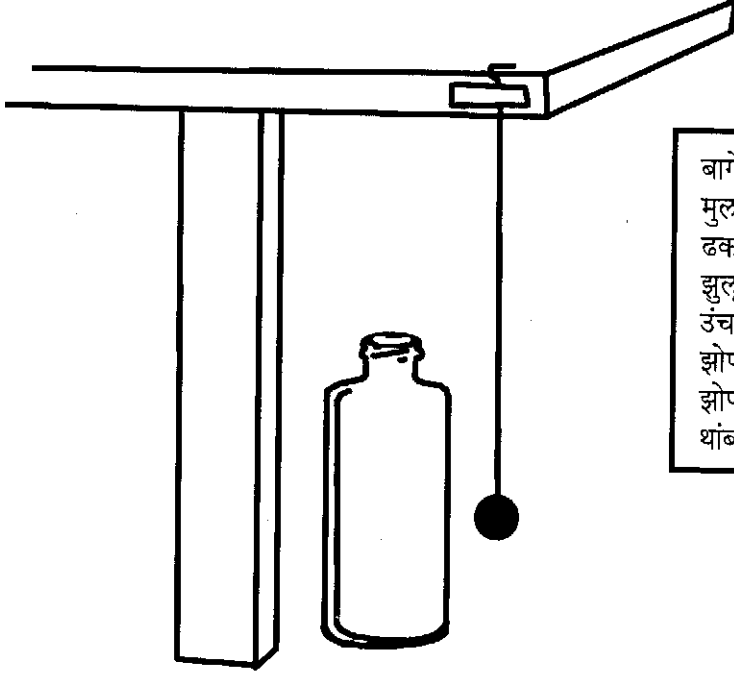
साहित्य : मातीचा वा धातूचा तारेत ओवलेला गोळा, दोरी, चिकटपट्टी, टेप, प्लॅस्टिक बाटली, कागद, काळा कागद, कात्री, वाळू वा रांगोळी, टेबल.

कृती :

१. जत्रेमध्ये खेळ खेळले जातात त्यांतला एक खेळ तयार करा. टेबलाच्या कोपऱ्याला दोरीचे एक टोक बांधा किंवा चिकटवा आणि दुसऱ्या टोकाला मातीचा

वा धातूचा गोळा तारेच्या साहाय्याने बांधून लंबक तयार करा. हा लंबक खाली मोकळा फिरू शकेल. लंबकाची लांबी प्लॅस्टिकच्या बाटलीच्या मध्यापर्यंत यावी. बाटली लंबकाच्या खाली ठेवा (आकृती पाहा.). हा लंबक असा झुलता करायचा आहे की कडेला नेऊन सोडताना तो बाटलीच्या दिशेने जाईल, पण बाटलीला धक्का लागता कामा नये. आंदोलनाची सीमा एकदा गाठली की लंबक परत येईल. येताना लंबकाने बाटली पाडायची आहे. लंबकाने जाताना बाटलीला स्पर्श करायचा नाही ही प्रमुख अट आहे.

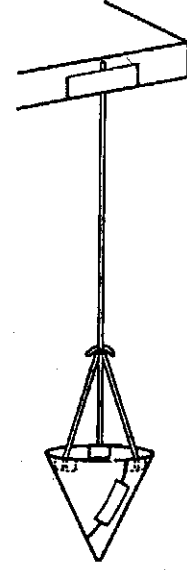
२. जाडसर कागदाचा वळवून शंकू तयार करा आणि चिकटपट्टीने दोन टोके चिकटवा. टोकाला लहानसे



बागेतील झोपाळे हा लंबकाचाच प्रकार आहे. एक मुलगा झोपाळ्यावर बसतो आणि दुसरा त्याला ढकलतो. एकदा ढकलून सोडून दिले की झोपाळा झुलू लागतो. मुलाचे वजन जास्त असले तर झोपाळा उंच उडवणे कठीण होते का? वर बसलेल्या मुलाला झोपाळ्याची कमाल गती केव्हा जाणवते? झोपाळ्याला मधेमधे ढकलले नाही तर तो आपोआप थांबतो का?

छिद्र पाडा. दोरीचे १०-१२ सें.मी. लांबीचे तीन समान तुकडे घ्या आणि या शंकूच्या गोल बाजूला चिकटपट्टीने आतून चिकटवा. तीन दोरांची वर गाठ मारा. त्याच जागी एक लांब दोरी बांधा. दोरीचे दुसरे टोक टेबलाला वरीलप्रमाणे चिकटवा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे शंकूचा लंबक तयार होईल. तो चारी बाजूने मोकळा फिरू शकेल. शंकूखाली येईल असा काळा कागद पसरा. शंकूमध्ये बारीक वाळू किंवा रांगोळी भरा. त्या वेळी छिद्रावर बोट ठेवा. लंबकाला योग्य अशी गोलसर गती द्या. छिद्रातून रांगोळीची रेषा कागदावर पडेल आणि जसा लंबक फिरेल तसे छान आरेखन तयार होईल. हवेच्या विरोधामुळे लंबकाची गती कमी होते आणि खाली पडणारे आकार लहान होत जातात.

जत्रेमधला बाटली पाडायचा खेळ चटकन जमेल असे प्रथम वाटते. पण लंबकाचे डोलणे हे गणितीय सूत्रामध्ये सीमित असते. जेव्हा जाताना बाटलीला स्पर्श करू नये म्हणून आपण अंतर सोडून लंबक सोडतो तेव्हा येताना तेवढेच अंतर विरुद्ध बाजूला सोडून लंबक बाटलीला स्पर्श न करता परत येतो. कारण लंबकाचा मार्ग लंबगोल असतो. बाटली पाडण्यासाठी लंबकाच्या दोरीला पीळ भरून लंबक सोडल्यास गरगर फिरत लंबक डोलतो. पीळ योग्य असेल तर येताना कडेला थोडा सरकून बाटलीला धक्का बसून ती पडते.



दुसऱ्या प्रयोगात लंबकाचा लंबगोल मार्ग रांगोळीच्या रेषेमुळे स्पष्ट दिसतो. घर्षणामुळे लंबकाची गती कमी होते हेही रांगोळीच्या रेषेमुळे कळू शकते. लंबकाची गती ही गुरुत्वाकर्षणाच्या बलामुळे नियंत्रित झालेली असते. त्यामुळे तिचा मार्ग नियमित राहतो. लंबकाच्या लांबीवर त्याचा आंदोलन काळ अवलंबून असतो. पूर्वीची घड्याळे लंबकाचा नियम वापरून वेळ मोजत. लंबकाची गती नियमित असते हा शोध गॅलिलिओने लावला. चर्चमधील लोंबणारा दिवा झुलू लागलेला पाहून त्याने त्याची गती आपल्या नाडीच्या ठोक्यांशी तुलना करून पाहिली आणि मग आपले समीकरण मांडले.

दिशादर्शक कसा बनवाल?

चुंबकसूचीच्या साहाय्याने दिशा शोधता येतात. फार पूर्वीपासून प्रवासी चुंबकसूची वापरून प्रवास करत. तसा दिशादर्शक तयार करू या.

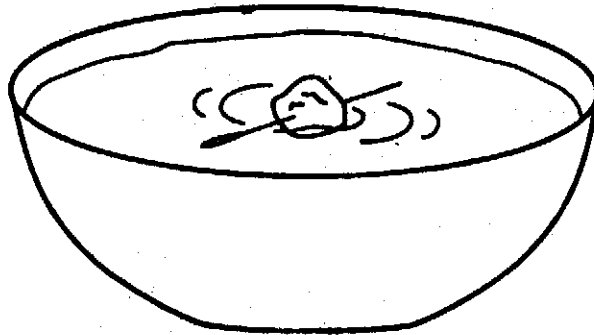
साहित्य : प्लॅस्टिक वा काचेचा वाडगा, पाणी, सुई, पट्टीचा चुंबक, भेंडाचा वा थर्मोकॉलचा छोटा तुकडा, दिशादर्शक, छोटे चुंबक.

कृती :

१. पट्टीच्या चुंबकाचा दक्षिण ध्रुव सुईवर एकाच दिशेने घासा. नेळ्यापासून टोकापर्यंत दिशा ठेवा आणि १०० किंवा अधिक वेळा घासा.
२. वाडग्यात पाणी भरा आणि ही सुई भेंडाच्या तुकड्यातून आरपार खुपसून पाण्यावर ठेवा. त्यामुळे ती तरंगत राहिल.
३. सुई थोडा वेळ फिरेल आणि विवक्षित दिशेने स्थिर होईल. दिशादर्शक वापरून ही दिशा पाहा. सुई दक्षिणोत्तर दिशेने स्थिर झालेली असेल. हलकेच बोटाने भेंडाचा तुकडा फिरवून सुईची दिशा बदला. सुई परत त्याच दिशेने स्थिर होईल. ही सुई म्हणजे तुम्ही तयार केलेला दिशादर्शक आहे. या दिशादर्शकाजवळ पट्टीचा चुंबक आणा. पटकन सुई चुंबकाजवळ खेचली जाईल. एक बाजू (विरुद्ध ध्रुव) आकर्षित होईल तर दुसऱ्या बाजूचे अपसरण होईल.
४. दक्षिण ध्रुवाऐवजी उत्तर ध्रुवाने सुई घासल्यास हाच परिणाम होतो. आता फक्त नेढे आणि टोक यांच्या जागा बदलतील, पण सुई दक्षिणोत्तरच स्थिर होईल. पाण्यावर ठेवण्याऐवजी मध्यभागी दोरीने बांधून सुई टांगत ठेवली तरी ती दक्षिणोत्तर राहते.
५. या सुईजवळ लहान चुंबक आणला तरी सुई आकर्षित होते.

उत्तर ध्रुवतारा, सूर्य, चंद्र यांच्या आकाशातील स्थानावरून प्रवासी पूर्वी दिशा ओळखत असत. अनेकदा ढगांमुळे उत्तरध्रुवतारा वा चंद्र-सूर्य झाकले जात, तसेच त्यांच्या जागा ऋतूमुळे थोड्याफार बदलत त्यामुळे दिशाज्ञान अचूक राहत नसे. चुंबकीय दगडांचा शोध लागला आणि तो दिशादर्शक म्हणून वापरला जाऊ लागला. आपली पृथ्वी हाच एक मोठा चुंबक आहे. त्यामुळे कोणतेही इतर बल कार्य करत नसलेला चुंबक पृथ्वीच्या चुंबकक्षेत्रामुळे प्रभावित होतो आणि उत्तर-दक्षिण दिशेला स्थिर होतो. चुंबकाचा उत्तर ध्रुव उत्तर दिशा दर्शवतो, कारण पृथ्वीचा दक्षिण ध्रुव उत्तर दिशेला आहे. विरुद्ध ध्रुवांमध्ये आकर्षण असते म्हणून असे घडते. या गुणधर्मांमुळे चुंबक 'दिशादर्शक' म्हणून वापरला जातो.

अकराव्या शतकात पाण्यावर कॉर्कचा तुकडा बांधून चुंबक ठेवत आणि समुद्रावर दिशादर्शक म्हणून वापरत. चिनी आणि अरबी जहाजांवर याचा प्रथम उपयोग केला गेला. आसपास धातू असला की त्यामुळे चुंबकाची दिशा बदले. लाकडी जहाजाबांधणी सुरू झाली आणि दिशादर्शकातही सुधारणा होत गेल्या. चुंबक उत्तर दिशा दाखवतो म्हणून पृथ्वीचा भौगोलिक उत्तर ध्रुव त्या दिशेला मानण्यात आला. आणि दक्षिण ध्रुव त्याविरुद्ध दिशेला आहे. विरुद्ध ध्रुव आकर्षित करतात हा नियम नीटसा सिद्ध होण्यापूर्वी भौगोलिक ध्रुव निश्चित झाले. प्रत्यक्षात पृथ्वीचे चुंबकीय ध्रुव आणि भौगोलिक ध्रुव विरुद्ध दिशेला आहेत.



करू या आगीशी मुकाबला

आग विझवण्यासाठी पाणी वापरले जाते किंवा रसायनांचा फवारा मारून बंदिस्त जागेतील आग विझवता येते. तुमचे स्वतःचे आग विझवण्याचे घरगुती उपकरण बनवू या.

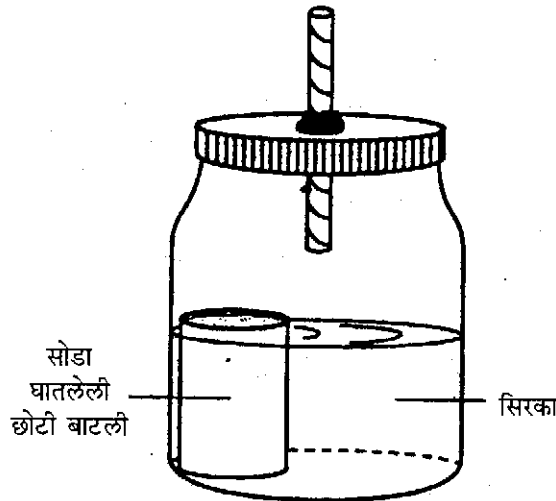
साहित्य : बेकिंग सोडा, सिरका, गच्च झाकणाची प्लॅस्टिकची बरणी, खिळा, रबरी नळी, पट्टी, कात्री, बरणीत मावेल अशी रुंद तोंडाची छोटी बाटली, चिकटपट्टी, चमचा, मेणबत्ती, ताटली, काडेपेटी, थोडी लांबी.

कृती :

- ही कृती मोठ्यांच्या उपस्थितीमध्ये करा. आगीमुळे इजा होऊ शकते.
१. प्लॅस्टिकच्या छोट्या बाटलीत बेकिंग सोडा घाला आणि ही बाटली मोठ्या बरणीत ठेवा. चिकटपट्टी वापरून बरणीच्या आतील बाजूस हलणार नाही अशा तऱ्हेने बाटली चिकटवा.
 २. बरणीच्या झाकणाला खिळा गरम करून भोक पाडा आणि त्यामध्ये रबरी नळी उभी घाला. बाजूने लांबी लावून हवाबंद करा. झाकण बसवण्यापूर्वी बरणीमध्ये सिरका ओता. सिरकाची पातळी आतील बाटलीच्या तोंडापेक्षा थोडी खाली हवी. बाटलीत सिरका अजिबात जाऊ नये. बरणीचे झाकण लावा.
 ३. आसपासच्या जळू शकणाऱ्या वस्तू दूर करा आणि ताटलीत मेणबत्ती पेटवून ठेवा. बरणी थोडीशी हलवा. सिरका आणि बेकिंग सोडा एकमेकात मिसळतील आणि फेस तयार होईल. बरणी तिरकी करून रबरी नळी मेणबत्तीच्या ज्योतीजवळ धरा. ज्योत पटकन विझेल. किती वेळ नळीतून फेस बाहेर येतो?

आग विझवण्याची उपकरणे आकाराने लहान, सुटसुटीत आणि सहजपणे ने-आण करण्यासारखी असतात. वरच्या बाजूला एक खटका असतो आणि त्यामध्ये एक लहान पिन असते. पिन काढून निमुळते तोंड ज्योतीजवळ नेऊन दाबले तर ज्योत पटकन विझते. ही उपकरणे तीन प्रकारची असतात. पाणी, द्रवरूप वायू आणि कोरडी रसायने वापरून तीन प्रकारांनी आग विझवली जाते. कपड्याला वा कागदाला लागलेली साधी आग (अ वर्ग) पाण्याचा फवारा उडवला की आटोक्यात येऊन विझते. द्रवरूप वायूचे उपकरण कर्बवायू किंवा हॅलान वायूने भरलेले असते. दाबाखाली भरल्यामुळे हे वायू द्रवरूप अवस्थेत असतात. पिन काढून उपकरण दाबले की द्रवरूप वायू बाहेर येतायेता वायुरूप होतो. रॉकेलने किंवा स्वयंपाकाच्या गॅसने लागलेल्या आगींसाठी (ब वर्ग) हे वापरले जातात. विजेच्या उपकरणामुळे लागलेली आग (क वर्ग) कोरडी रसायने वापरून आटोक्यात आणता येते. पहिल्या दोन आगींसाठीही हे वापरता येते.

वरील घरगुती उपकरणात सिरका आणि बेकिंग सोडा यांमध्ये रासायनिक क्रिया घडते आणि कर्बवायू बनतो. सोडा-सिरकाच्या बुडबुड्यांसह हा कर्बवायू रबरी नळीतून बाहेर येतो. आतील दाब वाढलेला असल्यामुळे सहजपणे बाहेर ढकलला जातो. ज्योतीवर हा वायू पसरताच जळणाऱ्या कणांना प्राणवायू मिळणे कठीण होते आणि ज्योत विझते.



विज्ञान वापरा, डाग घालवा!

कपड्यांवर डाग पडणे ही नेहमी घडणारी घटना आहे. वेगवेगळ्या पदार्थांचे डाग काढण्यासाठी वेगवेगळी रसायने वापरली जातात. स्वतःच अनुभव घ्या आणि तक्ता बनवू या.

साहित्य : सुती कपड्याच्या पट्ट्या (शक्यतो पांढरा कपडा घ्या), कात्री, डाग पडणारे पदार्थ (शाई, चहा, कॉफी, टोमॅटोचा रस, लिपस्टिक, चॉकलेट, जांभळे इ.), डाग काढणारे पदार्थ (दूध, लिंबू, डिटर्जंट, सिरका, ब्लीचिंग पावडर इ.), पेन, कागद, चमचा, पाणी, स्पंजचा तुकडा, (नायलॉन, टेरिलिन कपडाही नंतर वापरून पाहा.) जुना दात घासायचा ब्रश.

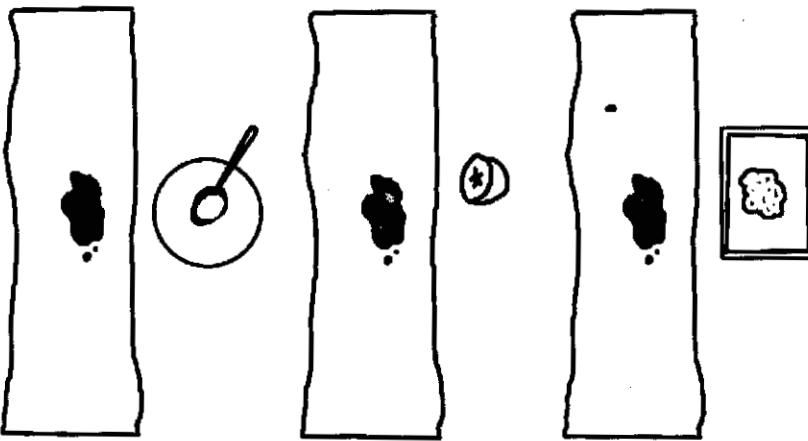
कृती :

१. १० सें.मी. रुंद आणि ३० ते ४० सें.मी. लांबीच्या कपड्याच्या पट्ट्या घ्या. चमच्यामध्ये पदार्थ घेऊन प्रत्येक पट्टीवर थोडा थोडा टाकत डाग पाडा. मग दुसरा पदार्थ घेऊन थोडे अंतर सोडून सर्व पट्ट्यांवर त्या पदार्थाचा डाग पाडा. असे सर्व पदार्थांचे डाग सर्व पट्ट्यांवर पाडा आणि त्यांची तत्त्याच्या स्वरूपात कागदावर नोंद करा. अशा तऱ्हेने एका पट्टीवर सहा-सात पदार्थांचे डाग पडतील. डाग निघण्यासाठी वरील सर्व पदार्थ क्रमाने वापरायचे आहेत. अर्धा तास पट्ट्या तशाच ठेवा.
२. पहिल्या पट्टीवरील सर्व डाग दूध लावून घासून पाहा. एकानंतर एका डागावर प्रथम चमच्याने दूध ओता आणि मग स्पंजने किंवा टूथब्रशने घासा. नंतर पाण्याने पट्टी धुवा. कोणता डाग किती फिकट झाला, पूर्ण

कपड्यांच्या धाग्यावर पडलेल्या पदार्थातील रसायनाची प्रक्रिया घडते तेव्हा डाग पडतो. प्रत्येक पदार्थाची धाग्याशी होणारी रासायनिक क्रिया वेगळी असते. अर्थातच त्यामुळे डाग निघण्यासाठी वापरायचे पदार्थही वेगळे घ्यावे लागतात. उदा. दुधामधील एंझाइम्सची प्रथिनांशी क्रिया होते. त्यामुळे चॉकलेटचा डाग सहज निघतो. डाग सुकण्यापूर्वी कपडा धुतला तर डाग सहजपणे निघतो. जितका वेळ जाईल तितका डाग पक्का होत जातो.

गेला किंवा अजिबात गेला नाही हे लक्षपूर्वक पाहा आणि तत्त्यात नोंद. कपड्याचा रंग बदलला तर तशी नोंद करा.

३. याप्रमाणे दुसऱ्या पट्टीवरील डाग लिंबूस वापरून हटवायचा प्रयत्न करा. अशा तऱ्हेने प्रत्येक डागावर प्रत्येक पदार्थ वापरला जाईल. आणि त्याचा परिणाम पाहून तत्त्यात नोंदता येईल.
४. शेवटचा पदार्थ, ब्लीचिंग पावडर वापरताना जपून वापरा. चमच्याने पसरून, स्पंजने वा ब्रशने घासून पाण्याने धुताना हातावर वा अंगावर त्याचे थेंब उडू देऊ नका. बाकी सर्व पदार्थांपेक्षा ब्लीचिंग पावडरने डाग पटकन जातात असे आढळून येईल.
५. डाग जाण्यासाठी थंड पाण्याऐवजी गरम पाणी वापरून पाहा. तसेच अनेक प्रकारच्या कपड्यांवर डाग पाडा आणि रसायने वापरून ते जातात का पाहा. कपड्याच्या प्रतीवर डागांचे जाणे वा न जाणे अवलंबून असते का? हा तक्ता जेव्हा कपड्यावर खरोखर डाग पडतील तेव्हा उपयोगी पडतो.



स्वतःच बनवा पेन

पेन कसे काम करते याबद्दल कधी तुम्ही विचार करून पाहिला आहे? पेन तयार करू या आणि कसे काम करते बघू या.

साहित्य : चाकू, द्रवरूप साबणाची फ्लॅस्टिकची रिकामी बाटली, गोट्या, कागद, पाणी, खायचे रंग, चाकू, शाई.

कृती :

१. रिकाम्या बाटलीचा तळाचा २/३ भाग कापून टाका. बाटली आतून स्वच्छ धुवा. या बाटल्यांना वरती निमुळते होत गेलेले तोंड व टोकाशी छिद्र असते.
२. एक लहान गोटी किंवा धातूचा गोळा झाकणाच्या टोकाशी नीट बसेल असा शोधा. गळ्यात घालायच्या शोभेच्या मण्यांच्या माळा असतात त्यातला काचेचा मणीही चालेल. चाकूने हवे तर छिद्र थोडे कापून मोठे करा. गोटी टोकाशी हलती राहावी पण निसटून पडू नये अशी बसवावी.
३. टेबलावर कागद पसरा आणि त्यावर टोकाशी गोटी असलेली कापलेली बाटली फिरवून पाहा, निसटत नाही याची खात्री करा. आता बाटलीच्या झाकणात शाई वा रंग घातलेले पाणी घाला आणि पेनप्रमाणे बाटली धरून कागदावर फिरवा. अक्षरे लिहायचा प्रयत्न करा.
४. थोडा दाब देऊन लिहा, दाब कमी-करून लिहा. फरक पाहा. आत घातलेला द्रव जाड असेल तर अक्षरे कशी उमटतात? पातळ असेल तर कशी उमटतात? इतर द्रवापेक्षा शाई चांगली उमटते का? कागदाच्या गुणधर्मावर शाईचे पसरणे अवलंबून आहे का? या प्रश्नांची उत्तरे प्रयोगातून शोधा.

क्वार्ट्झ या खनिजाचा विशिष्ट तऱ्हेने कापलेला स्फटिक घेतला आणि त्याला विद्युत्घट जोडला तर त्याच्यामध्ये कंपने उत्पन्न होतात आणि त्या कंपनांची वारंवारता (फ्रिक्वेन्सी), एका आवर्तनाचा काल (पीरियड) अचूक राहतो. या तत्त्वावर आधारित घड्याळे १९२० च्या सुमारास प्रथम बनवली गेली. त्यामध्ये सुधारणा होत होत आजचे अजिबात आवाज न करणारे घड्याळे (क्वार्ट्झ) बनवले गेले आहे.



काटकीला टोक काढून बोरुने लिहिणे, पक्ष्यांची पिसे लिहिण्यासाठी वापरणे अशा तऱ्हेने फार पूर्वीपासून पेन वापरले जाते. धातूचे निब, बॉलपेन, खास बनवलेले धाग्याचे पेन (फायबर) अशी त्यांत पुढे सुधारणा होत गेली. शाईचे डाग न पडता सलग लिहिणे बॉलपेनने शक्य झाले. १०० वर्षापूर्वी या पद्धतीच्या पेनाचे प्रयोग सुरू झाले. १९३८ मध्ये 'बिरो' बंधूंनी आज वापरात असलेल्या बॉलपेनचे तंत्र विकसित करून व्यवहारात आणले. बिरो बंधूपैकी एक भाऊ लेखक, शिल्पकार तर दुसरा रसायनतज्ज्ञ होता. दोघांनी आपापल्या ज्ञानाचा उपयोग करून पेन आणि त्यात वापरण्यायोग्य शाई निर्माण केली. साधे दिसणारे बॉलपेन प्रत्यक्षात तितकेसे साधे नाही. नळीच्या टोकाला बसवलेला गोळा आणि योग्य अशी शाई यांच्या साहाय्याने सुरळीत लिहिले जाते. वरील प्रतिकृती बॉलपेनच्या तंत्राच्या जवळ आहे. प्रत्यक्षात शाई खास प्रकारची असली तरच गोळा सलग लिहू शकतो. तसेच गोळ्यासुद्धा न झिजणारा, शाईचा एकसंध प्रवाह वाहता ठेवणारा खास प्रकारच्या पदार्थाचा असतो. दोघांचा सुयोग्य मेळ असला तरच चांगले लिहिले जाते.

विज्ञानाचे पंख मानवाला कसे लाभले?

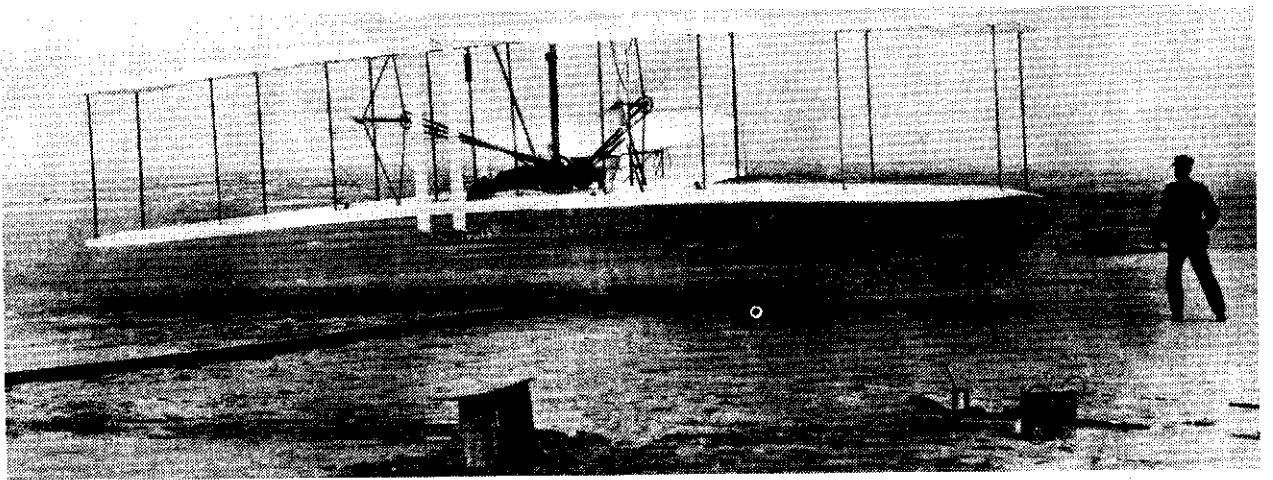
या विभागातील कृती उडण्याशी संबंधित आहेत. पक्ष्यांना आकाशात स्वच्छंद उडताना पाहून मानवालाही आकाशात विहार करावा असे वाटू लागले. ही त्याची इच्छा कला, साहित्य, पुराण, दंतकथा अशा स्वरूपात अगदी प्राचीन काळापासून सर्व ठिकाणांच्या संस्कृतीत दिसून आलेली आहे. जणू आकाशात उडण्यासाठी सर्व ठिकाणी मानव उत्सुक होता. एका अर्थाने ही मानवी इच्छा वैश्विक म्हणावी लागेल. शेवटी हे स्वप्न विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचे पंख लावून मानवाने सत्यात उतरवले.

या विभागातील कृतीमध्ये उडण्यासाठी हवी असलेली मूलभूत तंत्रे प्रथम वापरली आहेत. विमान पुढे नेण्यासाठी ढकलणारे बल आवश्यक असते. सरळ रेषेत जाण्यासाठी तोल सावरण्यासाठी, हवेचा दाब पंखावर योग्य तऱ्हेने यावा यासाठी विमानाची बांधणी विशिष्ट तत्त्वे समोर ठेवून करावी लागते. कागदाची विमाने वापरून या तंत्राची ओळख मुलांना करून घेता यावी हे उद्दिष्ट समोर ठेवून या कृती बेतलेल्या आहेत. तसेच शेवटी पतंगाची काही आरेखने आणि बांधणी आहेत.

आकाशात उडणे हे विज्ञानाच्या उपयोजनाचेच एक अंग आहे. माणसाची मूळ वृत्ती सतत नवे शोधवे, ते साध्य करण्यासाठी प्रयत्न करावेत, नवी आव्हाने स्वीकारावीत आणि प्रथम अशक्य वाटणारे स्वप्न सत्यात उतरवावे या दृष्टीने कार्य करत असते. आकाशात उडणे हे त्याचे सुंदर प्रतीक आहे.

१७८३ मध्ये फ्रान्समधील मॉंटगोल्फर बंधूंनी गरम हवेचा व्यवहारात वापरता येणारा उडणारा फुगा बनवला. जमिनीवरून उचलून वाऱ्याच्या सोबत नेऊ शकणारे यंत्र अखेर प्रत्यक्षात अवतरले. पण वाऱ्याच्या इच्छेवर कुठे जायचे ते अवलंबून असलेला फुगा हव्या त्या जागी नेण्यासाठी असमर्थ होता. आजसुद्धा मोठमोठ्या रंगीबेरंगी छान-छान आकाराच्या फुगांच्या साहाय्याने उडणे हौस म्हणून, खेळ म्हणून केले जाते. वाऱ्यावर अवलंबून असलेल्या या फुगांना इतर सर्व वाहनांनी (हेलिकॉप्टर, विमाने इ.) आधी रस्ता द्यावा असा नियम आहे. विमानाचा शोध लागला आणि हव्या त्या वेगाने, हव्या त्या दिशेने नियंत्रित स्वरूपात उडायची क्षमता मानवाने मिळवली.

सर केली या इंग्रज माणसाने उडणे या क्रियेमागची अनेक मूलभूत तत्त्वे शोधून काढली. पक्षी हवेपेक्षा जड असून कसे उडतात याचे त्याने तासन् तास निरीक्षण केले. पतंगासारखे उडणारे 'ग्लायडर' सारखे यंत्र त्याने तयार केले. सॅम्युअल लॅंगले या अमेरिकन माणसाने छोटी उडणारी यंत्रे बनवली, पण माणूस वाहून नेण्याइतकी ती सक्षम नव्हती. १९०३ साली त्याने माणूस वाहणारे यंत्र बनवले, पण उड्डाणाच्या वेळी त्याचे तुकडे झाले. १७ डिसेंबर १९०३ या दिवशी राईट बंधूंनी पहिले यशस्वी विमान उड्डाण केले.



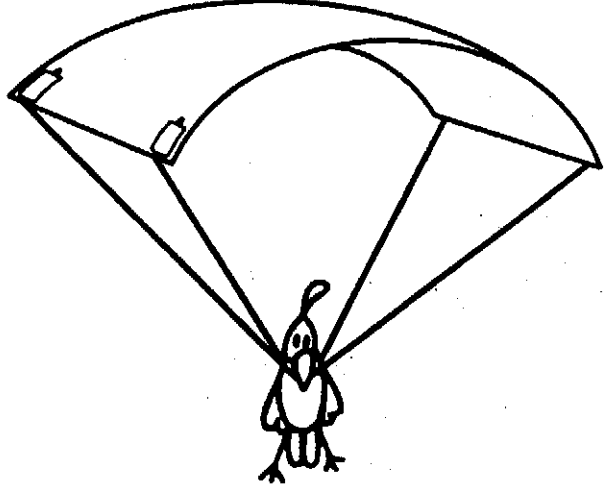
हवाईछत्री बनवणार?

हवाईछत्रीच्या (पॅराशूट) उडण्यामध्ये दोन प्रकारची बले अंतर्भूत आहेत. हवेचा विरोध आणि पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण. हवाईछत्री बनवा आणि तिच्यावर ही बले कशी कार्य करतात पाहू या.

साहित्य : कागद, हलके सुती कापड, दोरी, चिकटपट्टी, पट्टी, कात्री, छोट्या डबीत गोट्या किंवा रबरी खेळणे, प्लॅस्टिक कागद, पुड्डा.

कृती :

१. खुर्चीवर उभे राहून रबरी खेळणे खाली सोडा. पटकन जमिनीवर पडेल.
२. कागदाचा बोळा करा. चार समान लांबीचे दोरे घ्या. प्रत्येकाचे एक टोक चिकटपट्टीने बोळ्याला चिकटवा आणि दुसऱ्या टोकाला लहानशी वस्तू बांधा. त्याच खुर्चीवरून हा बोळा खाली सोडा. जमिनीवर यायला साधारण तेवढाच वेळ लागेल.
३. कागदाचा ताव पसरा. दोरीचे समान लांबीचे चार तुकडे घ्या. पसरलेल्या तावाच्या चार टोकांना प्रत्येकी एका दोरीचे एक टोक चिकटपट्टीच्या साहाय्याने चिकटवा. दोरीची दुसरी टोके एकत्र करून रबरी खेळण्याला चिकटवा. खुर्चीवर उभे राहून खेळणे खाली सोडा. ते सावकाश खाली जाईल (आकृती पाहा.).
४. वेगवेगळ्या लांबीच्या दोऱ्या वापरून हाच प्रयोग करा. किती लांबी ठेवली तर ही कागदी हवाईछत्री खेळणे सावकाश खाली नेते?
५. कागदाऐवजी वेगवेगळ्या प्रकारच्या साहित्याची छत्री बनवा. कागद, प्लॅस्टिक कागद, सुती पातळ कपडा, पुड्डा, जाड कपडा यांपैकी कोणता पदार्थ हवाईछत्रीसाठी योग्य आहे?
६. या हवाईछत्रीचा आकार बदलून पाहा. गोल, लांबट, चौरसाकृती, चौकोनी आयताकृती करून पाहा. छत्रीचा आकार लहानमोठा ठेवून पाहा. आकार मोठा असेल तर वस्तूचा खाली येण्याचा वेग मंदावतो. गोल आकारापेक्षा चौकोनी आकार जास्त उपयोगी पडतो.



उंचावरून पडताना हवाईछत्रीमुळे एखादी गोष्ट खाली पडण्याचा वेग मंदावतो. जेव्हा वस्तू विमानातून वा उंच इमारतीवरून खाली पडते तेव्हा पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे ती वेगाने खाली खेचली जाते आणि हवा तिच्या पडण्याला विरोध करते. गुरुत्वाकर्षण कित्येक पटीने जास्त असते म्हणून शंवटी वस्तू जमिनीवर येते. हवाईछत्रीचा घेर मोठा असेल तर अधिक आकारमानाच्या हवेचा विरोध होतो आणि वस्तू खाली पडायचा वेग कमी होतो. हवाईछत्रीचा आकार अनेक वर्षे छत्रीसारखा गोल ठेवला जाई, पण अलीकडे आयताकृती छत्री अधिक उपयोगी असतात म्हणून त्या आकारात असतात. विमानाच्या पंख्यासारखा आकार ठेवला जातो. या छत्री रेशमी कपड्याच्या बनवत असत. अलीकडे हलके, पण मजबूत नायलॉन धागे वापरून छत्री बनते. हवाईछत्रीचा उपयोग १७८३ पासून केला जातो. विमान धोक्यात आले तर हवाईछत्री वापरून माणसाची सुटका करता येते. दुर्गम भागात सैनिक उतरवणे, पूर आला तर अन्नधान्य, औषधे इ. सामान विशिष्ट भागात टाकणे, आडवे वापरून वाहनांचा वेग कमी करणे इ. कामासाठी हवाई छत्री वापरतात. विमानातून उड्या मारण्याचा खेळही लोकप्रिय आहे. त्याला 'स्काय डायव्हिंग' म्हणतात.

विमान हवेत तरंगते तरी कसे?

विमानावर चार प्रकारची बले काम करत असतात; वरच्या दिशेने उचलणारे, पृथ्वीच्या दिशेने खेचणारे (गुरुत्वाकर्षण), पुढे नेणारे आणि मागे खेचणारे. साध्या कृतीने ही चार बले कसे कार्य करतात पाहू या.

साहित्य : कागद, कात्री, पेन्सिल, चिकटपट्टी.

कृती :

- कागदाची ५ सें.मी. रुंद आणि १५ सें.मी. लांब अशी पट्टी कापा. पट्टीचे एक टोक खालच्या ओठापाशी धरा. पट्टी खाली लोंबेल. आता कागदावर जोराने फुंकर मारा. त्यामुळे पट्टी वरील हवा जोराने ढकलली जाते आणि दाब कमी होतो. दुसऱ्या बाजूला सामान्य दाब असल्याने पट्टी वर उचली जाते.
- विमानावर कार्य करणारी चार प्रकारची बले पाहण्यासाठी जोराने धावत जाऊन उंच उडी मारा. धावण्यामुळे पुढे गती मिळते. उडी मारताना वरच्या दिशेने गती मिळते, गुरुत्वाकर्षणामुळे उडी मारली की लगेच जमीन खाली खेचते आणि हवेचे खेचणे चेहऱ्यावर वाऱ्याच्या रूपात जाणवते. हीच चार बले उडणाऱ्या विमानावर कार्य करतात.
- ५ सें.मी. रुंद आणि १५ सें.मी. लांब कागदाची पट्टी कापा. तिची दोन टोके एकत्र करताना एक बाजू सपाट आणि दुसरी फुगीर ठेवा. चिकटपट्टीने जोडा. या कागदाच्या पट्टीचा विमानाचा पंख तयार होईल. मध्यभागी पेन्सिल

ग्लायडर हवेच्या प्रवाहामुळे आकाशात तरंगत राहते. गरम हवा वर जाते त्यावर पतंगाप्रमाणे, वेग मिळालेले ग्लायडर तरंगत प्रवास करते.

एक मेणबत्ती पेटवा आणि टेबलावर ठेवा. एक सफरचंद अर्धे कापून ते तोंडासमोर ठेवून मेणबत्तीवर फुंकर मारून विझवायचा प्रयत्न करा. सफरचंदाची गोल बाजू तोंडासमोर धरून फुंकले असता वक्र पृष्ठभागाजवळची हवा वेगाने दूर केली जाते. वेग वाढला की दाब कमी होतो. आसपासचा सामान्य दाब दोन बाजूने येणाऱ्या हवेच्या झोताना एकत्र आणतो आणि ज्योत विझते. जणू सफरचंदातून हवा आरपार जाऊन ज्योत विझली आहे. जेव्हा सफरचंदाची सपाट बाजू समोर धरून फुंकले जाते तेव्हा हवेचा झोत सरळ पृष्ठभागाला लगटून बाजूंना जातो आणि ज्योत विझत नाही.

घाला (आकृती पाहा.). हा पंख खाली पुसट रेषेने दाखवला आहे त्याप्रमाणे लोंबत राहिल.

- तोंडासमोर आडवी पेन्सिल धरून जोराने फुंकर मारा. पंख वर उचलला जाईल.

हवेमुळे विमान तरंगते. विमानाच्या खालील भागातील हवेचा दाब जास्त असतो आणि वरती कमी असतो. त्यामुळे विमान वर ढकलले जाते. हवा वेगाने सरकली तर तिचा दाब अगदी कमी होतो. विमानाचे पंख खालून सपाट तर वरून वक्र असतात, त्यामुळे वरील हवेच्या थराला वेगाने जावे लागते. त्यामुळे वरती दाब कमी होतो आणि खालची हवा पंखांना वर ढकलते. प्रचंड वेगामुळेही विमान वर ढकलले जाते. तसेच विमानाचे तोंड किंचित वरच्या दिशेला असल्यानेही वरच्या दिशेने बल मिळते. विमानाच्या पंख्यांना पाती असतात. ती पाती हवी तशी बाहेरच्या बाजूला वा आतल्या बाजूला वळवता येतात. जेव्हा बाहेर काढली जातात तेव्हा पंख्यांची वरील बाजूला वक्रता वाढते आणि आकाशात वर जाताना वा खाली जमिनीवर उतरताना विमानाचे वरच्या बाजूला मिळणारे बल वाढते.



वरील आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे विमान उडत असताना चार दिशांनी वेगवेगळी बले त्यावर कार्य करत असतात. इंधन जाळून पुढच्या दिशेने विमान ढकलले जाते, तर हवेचा विरोध मागे खेचतो. असमान दाब निर्माण करून वरच्या दिशेने बल मिळते, तर गुरुत्वाकर्षण खाली ओढते. गुरुत्वाकर्षण आणि हवेचे घर्षण यांपेक्षा पुढे ढकलणे आणि वर खेचणे जास्त असल्यामुळे विमान पुढे जाते. या चारही बलांचा समतोल विमान उडणे स्थिर, सोपे करतो. विमानाचा वेगही गुरुत्वाकर्षणावर मात करायला मदत करतो. विमानाचा आकार विशिष्ट पद्धतीने आरेखन करून बनवतात. हवेचे थर सहज कापले जावेत म्हणून विमानाचे तोंड निमुळते आणि टोकाशी गोलसर असते. तसेच पंख्यांचा पुढील भागही गोलसर असतो. पाठीमागे उंच शेपटी तोल सावरायला मदत करते. रेल्वेच्या डब्यासारखे चौकोनी विमान बनवले तर ते उडणार नाही.

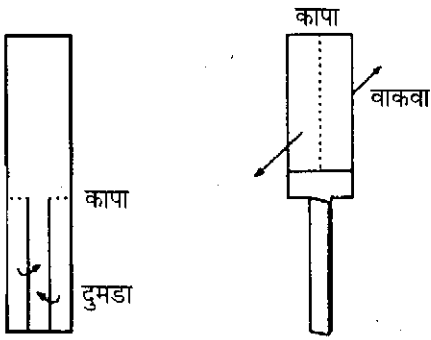
बनवू या हेलिकॉप्टरसारखा पंखा

हेलिकॉप्टर आकाशात उडते तेव्हा त्याच्या डोक्यावरचा पंखा सतत गरगरत असतो. ते आकाशात स्थिर राहू शकते. वर, खाली, पुढे, मागे असे सहजतेने फिरू शकते. कागदाचे पंखे करून हेलिकॉप्टरचे तत्त्व पाहता येईल.

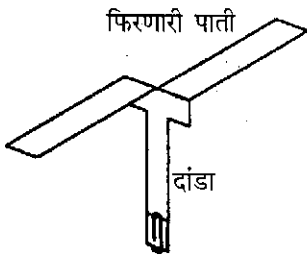
साहित्य : ६ सें.मी. × २८ सें.मी. लांबीरुंदीच्या जाडसर कागदाच्या पट्ट्या, कात्री, कागद टाचायच्या पिना, पेन्सिल, पट्टी.

कृती :

- खाली दाखवल्याप्रमाणे पट्टीवर प्रथम रेषा आखून घ्या. ठिपक्याच्या जागी कात्रीने कापा आणि सरळ रेषांच्या जागी दुमडा.



- दुसरी दुमड दिल्यावर दोन पाती आणि खाली दांडा असे आकृती क्रमांक दोनमध्ये दाखवल्याप्रमाणे कागदाची आकृती तयार होईल. तळाशी देठ दुमडा आणि कागद टाचायची पिन लावून थोडे वजन द्या.

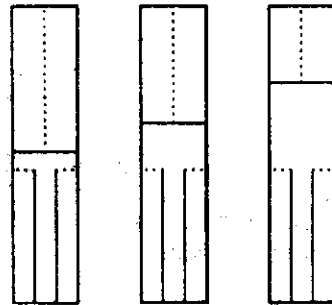


- हे तयार झालेले कागदी हेलिकॉप्टर गच्चीतून खाली टाका. किंवा उंच उडवून खाली कसे येते पाहा. दोन पाती पंख्यासारखी गरगर फिरतील आणि जड देठामुळे ते सरळ रेषेत खाली पडेल. वेडेवाकडे धरून टाका.

मानव जेव्हा आकाशात विहार करायची स्वप्ने पाहू लागला तेव्हा त्याने प्रथम पक्ष्यांच्या उडण्याचा अभ्यास केला. कीटक कसे उडतात ते पाहिले. निसर्गामध्ये हवेवर तरंगत वरखाली येणाऱ्या काही झाडांच्या बियांनीही मानवाला उडण्याबद्दल अधिक ज्ञान दिले. निंबोण्या खाली पडताना गरगरत सरळ, सावकाश खाली पडतात, बकुळीची फुलेही, छोट्या छोट्या पाकळ्या पंख्यासारख्या गरगरत सावकाश जमिनीवर पडतात. पदार्थाचे वजन, आकार, पाती वा पंख्यांचे आकारमान यावर हेलिकॉप्टरचे उडणे अवलंबून असते. दा व्हिन्सी या फ्रेंच माणसाने हेलिकॉप्टरचे आरेखन बनवलेले होते, पण हेलिकॉप्टर प्रत्यक्ष उडायला १९३९ साल उजाडले. स्थिर राहणे आणि नियंत्रण हे दोन मोठे अडथळे त्यामध्ये होते. आधुनिक हेलिकॉप्टर वजनाने हलकी, वरील पंखे गोल फिरत वजन उचलणारी आणि माणसे बसण्याची जागा स्थिर ठेवणारी वर, खाली, पुढे जाणे, वळणे सहजतेने करणारी असतात.

प्रत्येक वेळी ते आपोआप पाती वर आणि देठ खाली असेच फिरत खाली येईल. देठाला आणखी एकदोन पिना टाचून पाहा.

- अशाच तऱ्हेने आणखी तीन कागदी हेलिकॉप्टर बनवा. फक्त पात्यांचा आकार कमी करा. वरीलप्रमाणे टाकल्यास कोणते विमान पहिले पडते? पात्यांचे आकारमान आणि खाली पडायचा वेग याचा संबंध आहे का?



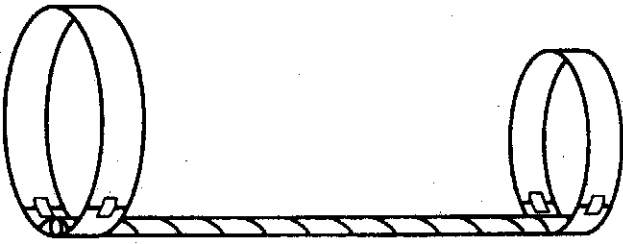
उडणारी कडी

खाली दिलेली वस्तू दिसायला विमानासारखी अजिबात नाही. पण बनवायला अगदी सोपी असून छान उडवता येते.

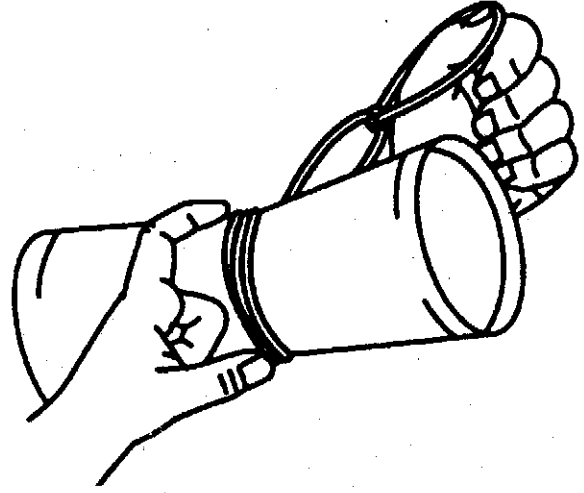
साहित्य : कागद, थर्मोकॉलचे पेले, चिकटपट्टी, स्ट्रॉ, रबरबँड्स.

कृती :

१. २ सें.मी. × २४ सें.मी. आणि १.५ × १८ सें.मी. अशा लांबी-रुंदीच्या दोन कागदी पट्ट्या कापा. कागद थोडा जाडसर असावा. या पट्ट्याची दोन टोके आतून आणि बाहेरून चिकटपट्ट्या लावून गोल कडी बनवा. दोनेक सें.मी. अंतर ठेवून ही टोके एकमेकांवर यावीत म्हणजे दोन टोकांमध्ये स्ट्रॉ खुपसता येईल. आणखी थोडी चिकटपट्टी वापरून स्ट्रॉ पट्टीला नीट चिकटवा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे स्ट्रॉच्या दोन टोकांना दोन कडी असतील. स्ट्रॉ मध्यभागी धरून फेका. विमानासारख्या गिरक्या घेत स्ट्रॉ हवेत उडत खाली पडेल. यातील मोठे कडे पुढे आणि लहान मागे असे फेकून पाहा. त्यानंतर लहान पुढे आणि मोठे मागे असे फेका. कोणत्या प्रकारचे कडे जास्त वेळ हवेत राहते? वेगवेगळ्या ठिकाणी ही कडी अडकवून स्ट्रॉ फेकून पाहा. पट्ट्यांची लांबी कमीजास्त करून पाहा (म्हणजे कडी आणखी लहानमोठी होतील.), दोनापेक्षा जास्त कडी स्ट्रॉला अडकवा आणि उडवा.



२. दोन कागदी वा पातळ थर्मोकॉलचे पेले तळाला एकमेकांशी चिकटवा. पाचसहा मोठे रबरबँड टोकाशी एकमेकांतून अडकवा आणि रबरबँडची साखळी तयार करा. पेले जोडलेल्या जागी या साखळीचा एक वेढा घ्या. वेढा घेताना उरलेली साखळी जोड-पेल्याच्या खालून पुढे यावी (आकृती पाहा.). दोन बोटान्त जोड-पेला धरा आणि दुसऱ्या हाताच्या अंगठ्यात साखळीतील शेवटचा रबरबँड अडकवा. गलेल धरतो त्याप्रमाणे ही साखळी ताणा आणि जोड-पेल्यावरची बोटे सोडा. ताणलेल्या साखळीमुळे पेले पुढे झेप घेतील आणि गोल फिरत गिरक्या घेत पुढे जातील.



पहिल्या स्ट्रॉच्या खेळण्यात विमानाच्या पट्ट्याला गोल कड्याचा आकार दिलेला आहे. एक कडे वरच्या दिशेला कापले तर दोन पंख तयार होतील. स्ट्रॉ फेकली की कड्यावरून हवा जोराने जाते आणि खालून तुलनेने कमी वेग असतो, त्यामुळे खेळणे वरच्या बाजूने उचलले जाते. आणि ते हवेत जास्त वेळ राहते.

दुसऱ्या खेळण्यामध्ये जोड-पेल्यांना वेग मिळताना ते स्वतःभोवती गरगर फिरतात आणि त्यामुळे वर आणि खाली असलेल्या हवेचा वेग असमान होतो. वेग असमान झाला की दाब असमान होतो आणि पेले वर ढकलले जातात. रबरी साखळीमुळे त्यांना पुढील दिशेनेही वेग मिळतो त्यामुळे बराच वेळ हवेत तरंगून पेले खाली येतात.

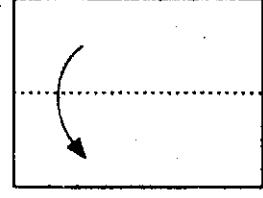
बनवू या विमानाचे मॉडेल

हाताने फेकायची कागदी विमाने विशिष्ट तऱ्हेने घड्या घालून बनवली जातात. हवेच्या गतिशास्त्राचे नियम आणि तत्त्वे ही विमाने तयार करता करता शिकू या.

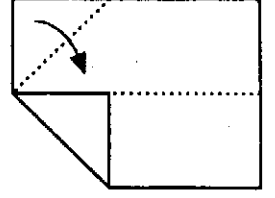
साहित्य : जाडसर कागद, चिकटपट्टी, कात्री.

कृती :

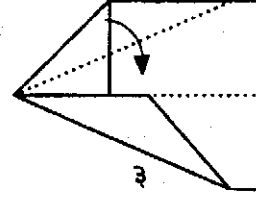
- आयताकृती कागद घ्या आणि लांबीच्या दिशेमध्ये बरोबर मध्यभागी दुमडा. घडीची रेषा नीट करा आणि परत कागद सरळ करा (आकृती १).
- एक कोपरा या रेषेपर्यंत दुमडा आणि तसाच ठेवा. नंतर दुसराही कोपरा त्या रेषेपर्यंत दुमडा (आकृती २).
- पुन्हा दोन्ही कोपरे रेषेपर्यंत दुमडा. मधल्या रेषेवर कोपरे एकमेकांना मिळतील (आकृती ३ आणि ४).
- मधल्या रेषेवर दुमडलेल्या अवस्थेतील कोपऱ्यांसह दुमडा आणि मग पंख काढण्यासाठी कोपऱ्यांचा वरील भाग बाहेरच्या बाजूने दुमड घेतली आहे तिथे उघडा. आकृती क्र. ५ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे आकृती तयार होईल.
- दोन पंखे पुन्हा उघडू नयेत म्हणून चिकटपट्टीचा छोटासा तुकडा त्यांना एकत्र, मधल्या रेषेवर ठेवण्यासाठी वरून लावा. समोरचा थोडासा भाग कात्रीने कापा. मधला भाग एकत्र ठेवण्यासाठी तिथेही लहानसा चिकटपट्टीचा तुकडा लावा.
- हा कागदी बाण अंगठा आणि तर्जनीमध्ये मधला भाग धरून जोराने फेका. तरंगत लांबवर जाईल आणि सावकाश जमिनीवर उतरेल.



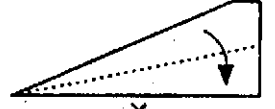
१



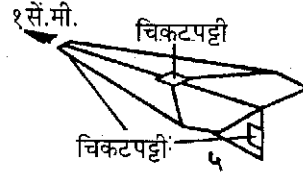
२



३

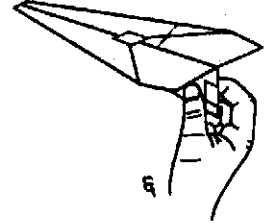


४



चिकटपट्टी

५



६

हवेला कमीतकमी विरोध होईल असे कापत जाण्यासाठी विमानाची विशिष्ट तऱ्हेने बांधणी केली जाते. अणकुचीदार नाक आणि हवेचे थर कापत जाणारा मधला भाग याच्या साहाय्याने १९६९ साली 'कॉन्कॉर्ड' प्रकारचे विमान प्रथम बनवले गेले. त्याचा वेग २००० कि.मी. प्रतितास इतका असतो. अटलांटिक महासागर पार करण्यासाठी त्याला फक्त तीन तास पुरतात (इतर विमाने हेच अंतर कापायला सहा तास घेतात.).

जेव्हा घन आकाराच्या वस्तू हवेतून प्रवास करतात तेव्हा हवेची आणि वस्तूंची एकमेकांशी घर्षणप्रक्रिया होते. हवेच्या गतिशास्त्रात याचा तपशिलाने अभ्यास केला जातो. कागदी बाण फेकताना हवेचे थर कमीतकमी विरोध करतील असे पाहिले जाते. ते आडवे राहावे, उतरताना दाब आणि वेग यांवर कमीतकमी वेडेवाकडे होत नियंत्रण यावे यांसाठी वेगवेगळ्या प्रकारांनी प्रयोग करता येतात. विमानाची अधिक वेगवान, हलकी मॉडेल्स बनवताना अनेक वेळा आधी कागदी प्रतिकृती बनवल्या जातात आणि त्यांचा अभ्यास प्रत्यक्ष विमान बनवण्यासाठी उपयोगी पडतो.

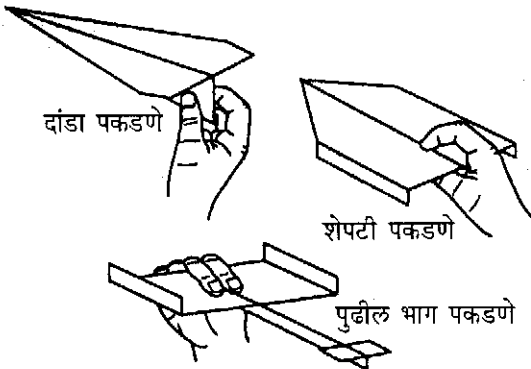
गिरक्या घेणारे विमान

विमाने सरळ उडवणे तुलनेने सोपे असते. गोल फिरवणे, वर वा खाली गिरकी घेणे यासाठी सराव लागतो. निरनिराळी विमाने बनवू या आणि ती अनेक प्रकारांनी उडवून पाहू या.

साहित्य : कागदाची विमाने, चिकटपट्टी, कात्री, कागद टाचायच्या पिना, वेगवेगळ्या प्रकारचे कागद.

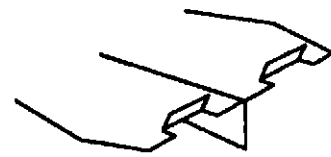
कृती :

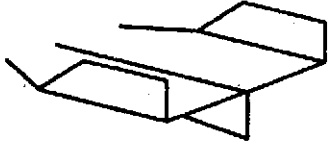
१. वारा नाही अशा मोकळ्या जागी विमाने चांगल्या तऱ्हेने उडतात.
२. विमान उडवल्यावर ते सरळ रेषेत उडत नसेल तर त्याच्या बांधणीत दोष आहे असे समजा. दुमड सरळ नसेल, पंखांचे आकार अगदी एकसमान नसतील, त्यांचे कोन एकसारखे नसून थोडासा फरक असेल तर विमान सरळ उडत नाही. एका बाजूची दुमड, आकार आणि आकारमान अगदी तसूभराचा फरक न होता दुसऱ्या बाजूइतका हवा. पंखांच्या पातळीत जरा जरी फरक राहिला तरी विमान नीट उडत नाही.
३. विमान उडवताना वर वा खाली असे न उडवता सरळ रेषेत जमिनीला समांतर उडवले तर जास्त वेळ हवेत राहते आणि सावकाश उंची कमी होत जमिनीवर अलगद उतरते.



४. विमान उडवताना पुढच्या नाकाजवळ खाली असलेल्या पट्टीला धरून उडवले तर वेगळ्या पद्धतीने उडते. पंखाच्या मागे तळाच्या पट्टीला धरून उडवले तर वेगळ्या पद्धतीने पुढे जाते. अंगठा आणि तर्जनीमध्ये धरून इतर बोटांचा अडथळा होणार नाही अशा पद्धतीने विमान उडवा. विमान उजव्या वा डाव्या बाजूला वळवायचे असेल तर उडवताना त्या त्या कोनात फेक द्या.

५. रुंद नाक असलेली विमाने गोलाकार उडवता येतात. पंखांची रुंदी जास्त असेल तरीही गोल उडवता येते. विमान त्याच्या नाकाजवळ धरून आपल्या कमरेइतक्या उंचीजवळ धरा. विमानाचा तळभाग तुमच्या शरीराजवळ तर पंख वरखाली जमिनीला लंब ठेवा. हाताने वेग देऊन सोडताना अर्धवर्तुळाचा भाग होईल असे सोडा. विमान गोल पूर्ण करील आणि तुमच्यापाशी परत येईल. विमान नीट गोल फिरले नाही तर पंख असमान आहेत का ते तपासा, किंवा पहिला वेग थोडासा वाढवा.
६. विमानाने गिरकी घेऊन (आकृती पाहा) पुढे जावे अशी इच्छा असेल तर शेपटीची आणि पंखांची शेवटची टोके वर वळवा. नाकापाशी धरून त्याचा कोन खालच्या दिशेने ठेवा आणि चटकन जोराने फेका. मनगट अथवा कोपर सरळ ठेवा. विमान वरखाली एक गिरकी घेईल, पुढे जाईल आणि सावकाश जमिनीवर उतरेल. तळच्या ऐवजी नाक वरच्या दिशेने धरून वेगाने फेकले तर उलट्या दिशेने विमान गिरकी घेईल. थोड्या सरावाने अशा पद्धतीने विमान फेकता येते.
७. विमानाच्या वजनावर त्याचे उडणे अवलंबून असते. वजन कमीजास्त करण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रकारच्या कागदांची विमाने बनवा आणि उडवा. कागदाचे वजन आणि त्यांचा हवेत तरंगण्यासाठी लागणारा वेळ यांमध्ये संबंध आहे का? पुढील भागात वा मागील भागात वजन कमीजास्त करण्यासाठी एखादी कागद टाचायची पिन लावून पाहा. नाकाला पिन लावली तर काय होते? शेपटीला पिन लावली तर उडण्यात काय फरक पडतो? एकाऐवजी दोनतीन पिना लावून पाहा. विमानाच्या पंखांना आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे १ सें.मी. उंचीचे काप घ्या आणि तेथील कागद पात्यासारखा वळवा. ही पाती वरच्या दिशेने वळवा आणि विमान उडवा. तसेच पाती खाली वळवून विमान उडवा. एक वर, एक खाली वळवून पाहा. पात्यांची रुंदी कमीजास्त करून तुमचे स्वतःचे आरेखन बनवा.





९. विमानाचे उडणे सरळ आणि तरंगते होण्यासाठी पंखांच्या पात्यांना कडेला दुमडून घ्या आणि ती वरच्या दिशेने वळवा (आकृती पाहा.). ही घडी खाली घेतली तर उडण्यात काय फरक पडतो? घडी घेतलेल्या पट्टीची लांबी-रुंदी कमीजास्त करून विमान फेका. या

पट्ट्या दुमडताना पंखांशी कोन केला तर विमानाच्या तरंगत जाण्याला वळवता येते. वेगवेगळ्या पद्धतीने कोन करून दिशेत पडणारा फरक पाहा.

१०. पूर्ण पंखांच्या पात्याला बोटाने दाब देऊन थोडा बाक घ्या. त्यामुळे विमान अधिक चांगल्या पद्धतीने उडते. पक्ष्याचे पंख असे वरच्या दिशेने थोडा बाक असलेले असतात. वरील सर्व बदल कमीजास्त करून तुमच्या स्वतःच्या विमानाचे उडणारे उत्तम आरेखन बनवा.

गिरक्या घेणारे नकटे विमान

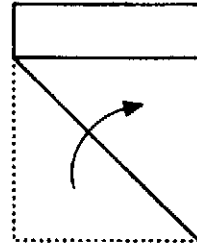
विमानाचे पुढील टोक म्हणजे नाक बहुतांश वेळा टोकदार निमुळते असते. पण रुंद नाकाची विमाने गिरक्या घेणे, गोल फिरणे अधिक चांगल्या तऱ्हेने करू शकतात. पुढील दोन आरेखने तशी आहेत.

आरेखन १

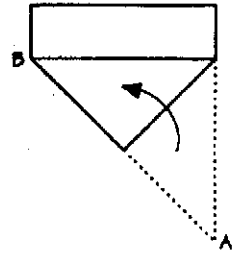
साहित्य : जाडसर कागद, चिकटपट्टी.

कृती :

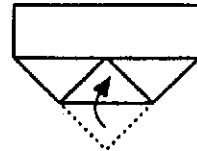
१. कागदाच्या लांबीपेक्षा रुंदी जास्त असेल असा आयताकृती कागद धरून आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे पहिल्या दोन घड्या घाला.
२. निर्माण झालेले टोक आकृती ३ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे मध्यभागी दुमडा.
३. तयार झालेल्या आकृतीची उभी घडी घाला.
४. प्रत्येक पंखाला मध्यभागी २ सें.मी. रुंदीची घडी घालून बोट्यांच्या पकडीत येईल असा दांडा तयार करा.
५. पंखांच्या कडांना बाजूने आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे १ सें.मी. रुंदीची वरच्या दिशेने दुमड घाला.
६. मधल्या दांड्याला आणि पंखांना छोटे चिकटपट्टीचे तुकडे लावून पक्के करा. विमान आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे उडण्यासाठी तयार आहे.



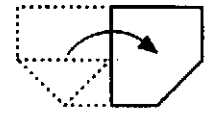
१



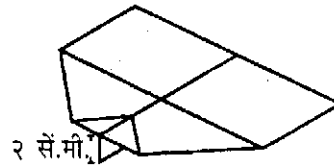
२



३

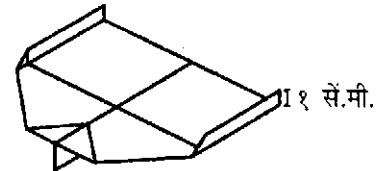


४



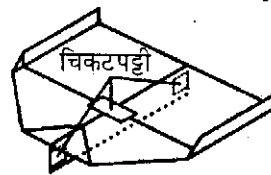
२ सें.मी.

५



१ सें.मी.

६



७

ही रुंद नाकाची विमाने कसरती करण्यासाठी टोकेरी नाकाच्या विमानापेक्षा जास्त उपयोगी असतात. गिरक्या घेणे, गोल फिरणे इत्यादी क्रिया सहजतेने होऊ शकतात. मागील पानावर दाखवल्याप्रमाणे त्यामध्ये वजन वाढवणे, पाती काढणे असे प्रकार करून पाहा.

अशा विमानाच्या साहाय्याने शर्यतही लावता येते. एक सुरुवातीचा आणि एक शेवटचा असा मुक्काम, मधे अडथळे आणि थांबे असा मार्ग आखा. आपापली विमाने घेऊन स्पर्धकांनी एका थांब्यापासून दुसरा मग तिसरा असे अडथळे ओलांडत विमान उडवायचे आहे. नेम धरून विमान ठरावीक ठिकाणी उतरावे असा सराव यासाठी आवश्यक आहे. या शर्यतीत

मध्ये गिरक्या घेणे, गोल फिरणे अशा कसरतीही तुम्ही घालू शकता. थांब्याच्या आधी वा नंतर विमान उतरले तर गुण कमी होतील. गोल आखलेल्या थांब्याच्या जागी विमान स्पर्धक उतरवू शकला तर त्याला पूर्ण गुण मिळतील. कमीतकमी उड्डाणात शर्यत पूर्ण करणारा जास्त गुण मिळवील आणि प्रथम येईल. हा खेळ म्हणजे हवेत गोल्फचा खेळ खेळण्यासारखेच आहे.

या गोल्फ खेळण्यात विजय मिळवायचा असेल तर तुम्ही किती अचूकतेने विमान बनवता आणि फेकता यावरच तो अवलंबून असेल.

आरेखन २

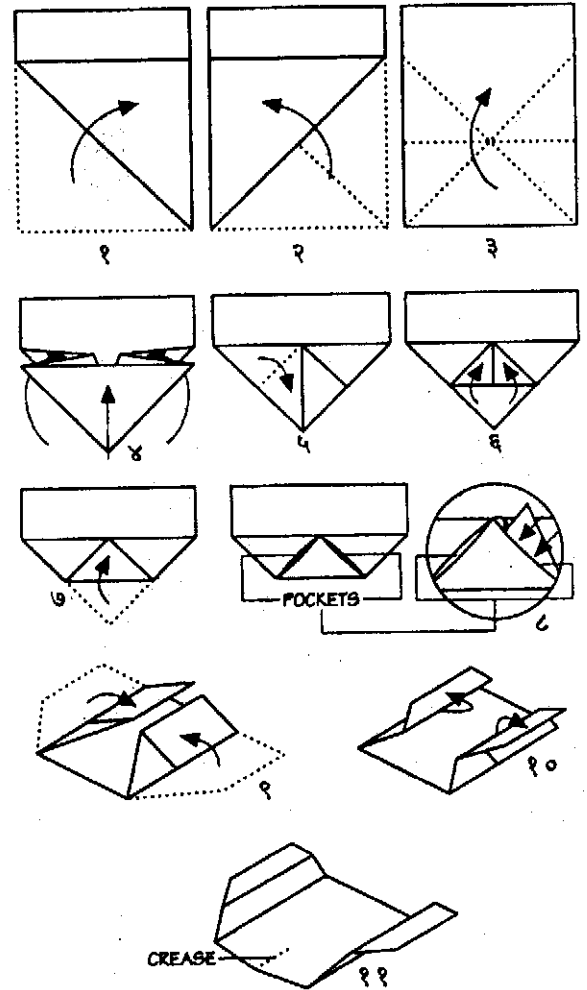
खाली दिलेले, रुंद नाकाच्या विमानाचे आरेखन कठीण आहे. पण व्यवस्थित दुमडी घेत बनवले तर कसरती करताना अधिक चांगले परिणाम मिळतात.

हे विमान करताना थोडे किचकट वाटले तरी प्रत्यक्षात ते उडवल्यावर बराच वेळ हवेत तरंगू शकते आणि उतरताना अधिक डौलदार वळण घेत उतरते.

साहित्य : जाडसर कागद

कृती :

- आयताकृती कागद घेऊन आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे घड्या घेत जायचे आहे. पहिल्या तीन घड्या टिंब रेषेने दाखवल्या आहेत त्याप्रमाणे घ्या आणि कागद पुन्हा उलगाडा.
- चौथ्या आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे आतल्या बाजूला घडी घ्या. कागदी पंचपाळे करताना घडी घेतो त्याप्रमाणे आतील बाजूस त्रिकोनी खिसे तयार होतील.
- तयार झालेल्या बाहेरील त्रिकोनाची टोके पाचव्या आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे मध्यावर दुमडा.
- आतील पट्टीचा पदर अर्ध्यावर दुमडा. आता वरील पट्टी दुमडताना आतील दुमडी झाकल्या जातील. थोडे सैल करून पाहिले तर त्रिकोनाची टोके बरोबर खिशावर येतील. पाकीट दुमडताना वरील पट्टी आत घालतो त्याप्रमाणे ही टोके आत घालून पक्की करा.
- कागद उलटा करून पंख पसरा. पंखाच्या कडेला पाते १ सें.मी. दुमडून वरच्या दिशेला घ्या. मध्यभागी १ सें.मी. रुंदीची घडी घालून जाडसर दांडा तयार करा. बोटांच्या चिमटीत धरण्यासाठी असा दांडा प्रत्येक प्रकारच्या विमानाला असणे आवश्यक आहे. हवेत चिकटपट्टीने आवश्यक त्या जागी दुमड एकत्र ठेवा.



विमानाला उचलणारा पंखा

हवेच्या असमान दाबामुळे हा पंखा आपोआप दोरीवर उचलला जातो, कसे ते पाहू या.

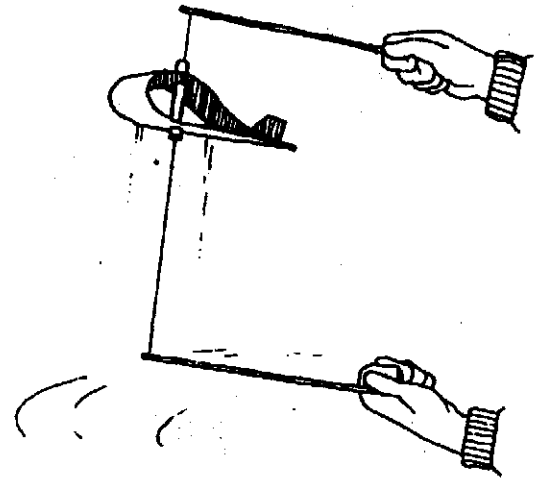
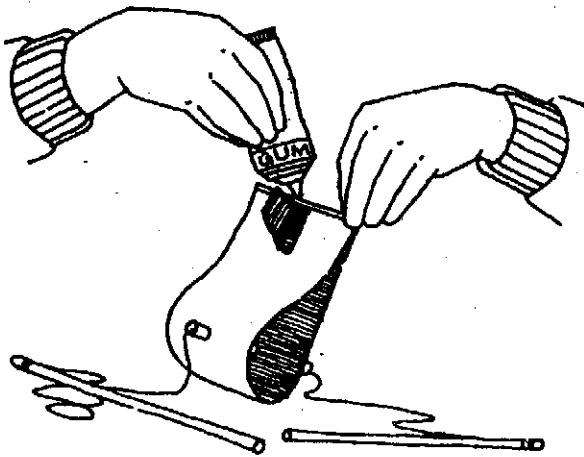
साहित्य : २० सें.मी. × १० सें.मी. आकाराचा जाडसर कागद, ४ × ४ सें.मी. कागद, प्लॅस्टिकच्या नळीचा (स्ट्रॉ) तुकडा, बारीक दोरा, दोन काड्या, गोंद, सुई, कात्री.

कृती :

१. कागदाचा मोठा तुकडा घेऊन अर्ध्यावर वळवून दोन टोके एकत्र चिकटवा. वळवताना एक बाजू सपाट राहावी तर दुसरी आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे वक्राकार असावी. जाडसर कागद असला तर हे शक्य होते.
२. हा पंखा एका बाजूला गोलाकार तर दुसऱ्या बाजूला चिकटवल्यामुळे रेषेत असेल. गोलाकार बाजू नाक तर सपाट बाजू शेपटी आहे.
३. नाकापासून ३ सें.मी. अंतरावर सुईने भोक पाडा. थोडे मोठे करा आणि त्यातून १२ सें.मी. उंचीची स्ट्रॉ घाला, गोंद लावून पंख्याला स्ट्रॉ घट्ट चिकटवा.
४. कागदाचा छोटा तुकडा डिक लावून या पंख्याला उभा जोडा त्यामुळे माशाच्या कल्ल्यासारखा हा तुकडा शेपटी स्थिर ठेविल. तुकडा पृष्ठभागाशी लंब राहायला हवा.
५. स्ट्रॉमधून दोरा ओवा आणि दोऱ्याची दोन टोके दोन काड्यांना टोकाशी बांधा (आकृती पाहा.).

६. दोन हातांत दोन काड्या धरून दोरा ताठ करा. या काड्या हवेत फिरवल्या की तयार केलेला विमानाचा पंखा दोरीवरती चढेल आणि उतरेल. काड्या समोर धरून धावा. पंख वरती चढेल.

विमानाच्या पंख्यामुळे विमान वर कसे उचलले जाते याचे प्रात्यक्षिक वरील प्रयोगात पाहता येते. दोरा ताठ ठेवून धावले तर पंख्याच्या दोन्ही बाजूंनी हवा मागे ढकलली जाते. वरील बाजू गोलाकार आणि खालील बाजू सपाट असल्यामुळे हवेच्या थराचे दोन भाग वेगवेगळ्या वेगाने मागे ढकलले जातात. कारण वरील वक्राकार बाजूला असलेल्या हवेच्या थराला जास्त अंतर तेवढ्याच वेळात कापावे लागते. मागेच्या बाजूला दोन्ही थर एकत्र येतात. कारण हवेच्या कणांना स्थितिस्थापकत्व (इलॅस्टिसिटी) असते. असमान वेगामुळे वरच्या बाजूला हवेचा दाब कमी होतो तर खालच्या बाजूस जास्त असतो. यामुळे पंखा वर उचलला जातो. प्रत्यक्ष विमान उडताना प्रचंड वेगामुळे ही असमानता इतकी वाढते की आतील प्रवाशांसह विमान स्वतःला तोलू शकते. फिरत्या छोट्या पंख्यांमुळे ही असमानता सतत कायम ठेवली जाते. या छोट्या पंख्यांच्या पात्यांना वरच्या बाजूने बाक देऊन हवा खाली ढकलली जाते आणि दाब आणखी असमान होतो. प्रत्यक्ष विमानाचे पंखे, मधील प्रवासी असलेली जागा या कागदी पंख्याप्रमाणे तळाशी सपाट तर वरून वक्राकार ठेवतात. हवेच्या गतिशास्त्राप्रमाणे विमानाची बांधणी करणे आवश्यक असते.



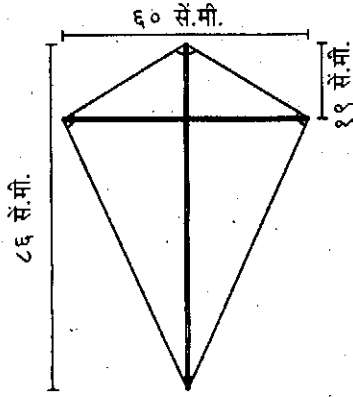
बनवा जंबो पतंग

बाजारातून पतंग आणून उडवणे हा खेळ सर्वच मुले खेळतात. बांबूच्या कामट्या वापरून पतंग बनवू या. हवेच्या गतिशास्त्राची तत्त्वे वापरून पतंग बनवू या आणि उडवू या.

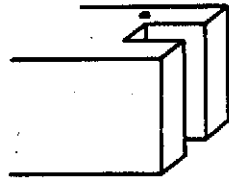
साहित्य : बांबूच्या कामट्या, कागद, नायलॉन कपडा, पातळ प्लॅस्टिकचा कागद यांपैकी काहीही, मजबूत दोरा, टेप, पेन्सिल, चिकटपट्टी, गोंद, कात्री, कागद वा प्लॅस्टिकच्या पट्ट्या (शेपटीसाठी), चाकू.

कृती :

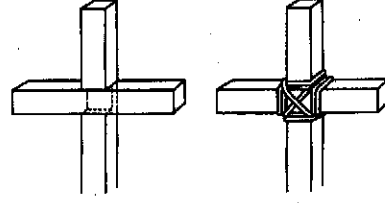
- पतंगामध्ये वजन आणि आकार मध्यरेषेला धरून दोन्ही बाजूला अगदी सारखा असला तरच त्याचा तोल नीट सावरला जातो आणि तो चांगला उडतो. त्यामुळे पतंग बनवताना मापे अचूक घ्या. कामट्या तासून एकसारख्या करा. ६० सें.मी. आणि ८६ सें.मी. लांबीच्या दोन कामट्या आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे एकमेकांना बांधायच्या आहेत.



- मध्यभागी जिथे कामट्या एकमेकींना बांधायच्या आहेत तिथे चाकूने छोट्या खाचा पाडून घेतल्या तर कामट्या घट्ट अडकतात. त्याभोवती मजबूत चिवट दोरा गुंडाळून त्या नीट बांधा. वरती गोंद लावल्यास त्या घट्ट चिकटतात.

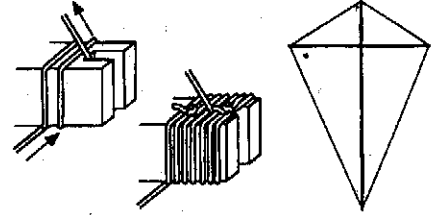


- या कामट्याच्या चारी टोकाला पुन्हा खाचा पाडा आणि त्याभोवती दोरा गुंडाळून पतंगाचा सांगाडा तयार करा. दोरा चारी टोकाला घट्ट अडकवा नाहीतर

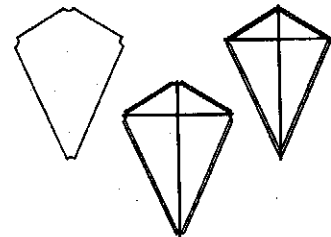


निसटेल आणि पतंगाचा तोल बिघडेल. दोरा बांधताना अधिक आवळू नका. नाहीतर कामट्यांना बाक येईल.

- पतंगासाठी जे वापरायचे असेल (कागद, प्लॅस्टिक कागद, कपडा इ.) ते पसरून प्रथम मापाने आखा. सांगाड्यापेक्षा ३ सें.मी. जास्त अंतर ठेवून कागद कापा म्हणजे दोरीभोवती आणि कामट्याभोवती कागद नीट चिकटवता येईल. कोपऱ्याशी आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे अर्धवर्तुळे कापून घ्या म्हणजे कामट्याची टोके बाहेर राहतील आणि सांगाडा नंतर वाटले तर थोडा आत, बाहेर नेता येईल.

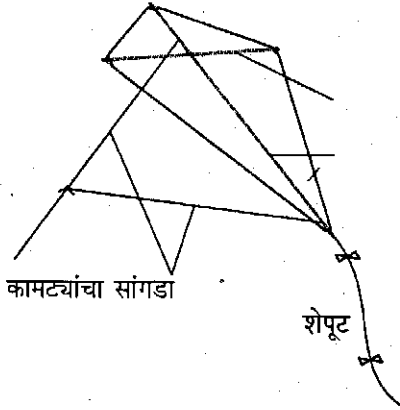


- कागदाच्या कडेला भरपूर गोंद लावून तो सांगाड्याला चिकटवा. यासाठी गव्हाच्या पिठाची खळ करून वापरली तर कागद चांगला चिकटतो. (कपडा असेल तर सुईदोऱ्याने शिवा.) कागद फार ताणू नका किंवा अगदी सैल ठेवू नका. दोन्हीमुळे पतंग फाटण्याची शक्यता आहे. एक दिवस गोंद वाळू द्या.
- दोऱ्यांचा त्रिकोण करून तो पतंगाच्या मधल्या लांब दांड्याला जोडा. मध्यभागी कामट्या जोडल्या आहेत त्यावर ५ सें.मी. आणि दुसरे टोक दांड्याच्या नळाशी असे यावे. त्यासाठी कागदाला सुईने भोक पाडून त्यातून ओवून पक्की गाठ मारा आणि वर गोंद लावा म्हणजे वाऱ्यावर पतंग उडताना हे दोरे सरकणार वा सुटणार नाहीत. या दोऱ्यांच्या लांबीवर पतंगाच्या उडण्याचा कोन अवलंबून असतो. त्यामुळे पतंगाची



लांब दोरी अडकवताना वाऱ्याची दिशा पाहून ती नक्की कोणत्या बिंदूपाशी जोडावी हे ठरवावे लागते. या दोऱ्यावर बोट ठेवून पतंगाला वाऱ्याच्या दिशेने धरा. ज्या बिंदूपाशी बोट असताना बोटावर पतंगाचा कमाल दाब येतो तो कोन शोधा. त्यासाठी बोट दोऱ्यावर थोडे सरकवत न्या. ओढ वाटली त्या बिंदूशी दोरा बांधून पक्के करा.

७. पतंगाला १-२ मीटर लांबीची शेपटी जोडली तर पतंग उडताना तोल सावरणे सोपे जाते. तसेच शेपटी लहरताना छान दिसते. शेपटी म्हणजे रुंदी कमी असलेली पट्टी मधल्या दांड्याला दोरीने बांधा वा गोंदाने चिकटवा. वारा वेडावाकडा वाहत असेल तर शेपटीमुळे पतंगाचा कोन बदलतो आणि पतंग नीट उडतो. पतंग गोते खाऊ लागला तर शेपटीमुळे सावरले जाते.



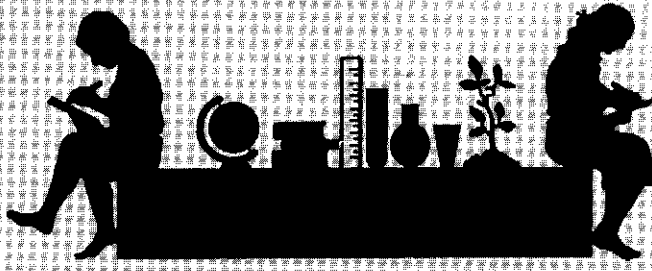
८. पतंग उडवणे चांगले जमू लागले की सांगाड्याच्या कामट्यांना थोडा बाक देऊन पतंग बनवा. हे पतंग अधिक चांगल्या तऱ्हेने उडतात. पतंगाची दोरी फिरकीवर गुंडाळून गुंता होणार नाही अशा तऱ्हेने ठेवा. पतंग उडवताना खालील पथ्ये जरूर पाळा.
१. पतंग उडवताना इमारती, झाडे, रस्ते असे काही मधे नसावे. माळ, मैदान वा आसपास त्याहून ठेंगण्या इमारती असलेली गच्ची पाहून पतंग उडवा. पतंग जर विजेच्या तारांमध्ये अडकला तर पटकन दोरा तोडा आणि तो काठीने वा कशाने तरी काढू नका. पावसाळी दिवस असेल तर, विजा चमकत असतील तर पतंग उडवणे धोकादायक असते. ओला दोरा वीजवाहक आहे आणि तारेतील वा आकाशातील वीज मृत्यू येण्याइतकी प्रचंड असते.
 २. मजबूत, टणक पण बारीक दोरा पतंग उडवण्यासाठी वापरा. सुती असेल तर फारच चांगले, कारण अडकलेल्या पतंगाचे दोरे पक्षी

दोन हजार वर्षांपूर्वीपासून चीनमध्ये पतंग उडवत असल्याचे पुरावे मिळाले आहेत. पतंग कसा उडतो हे ठाऊक नव्हते. फक्त वारा असेल तरच पतंग उडवता येतो हे ज्ञात होते. पतंग किंवा विमाने कोणत्या तत्त्वानुसार उडतात हे बर्नाली या संशोधकाने प्रथम शोधले. पतंगाचा वाऱ्याच्या दिशेशी होणारा कोन योग्य असेल तर पतंगाच्या दोन बाजूंना असलेल्या हवेच्या थराचा दाब असमान होतो आणि पतंग वरच्या दिशेने खेचला जातो. दोरी आणि धाग्यामुळे तो मागेही खेचला जातो. विमानाप्रमाणे मधली दांडी, आडवी दांडी, पुढचे टोक आणि शेपटी यांवर विविध बले कार्य करतात. शेपटीमुळे पतंग मागे खेचला जातो आणि स्वतःचा तोल राखतो.

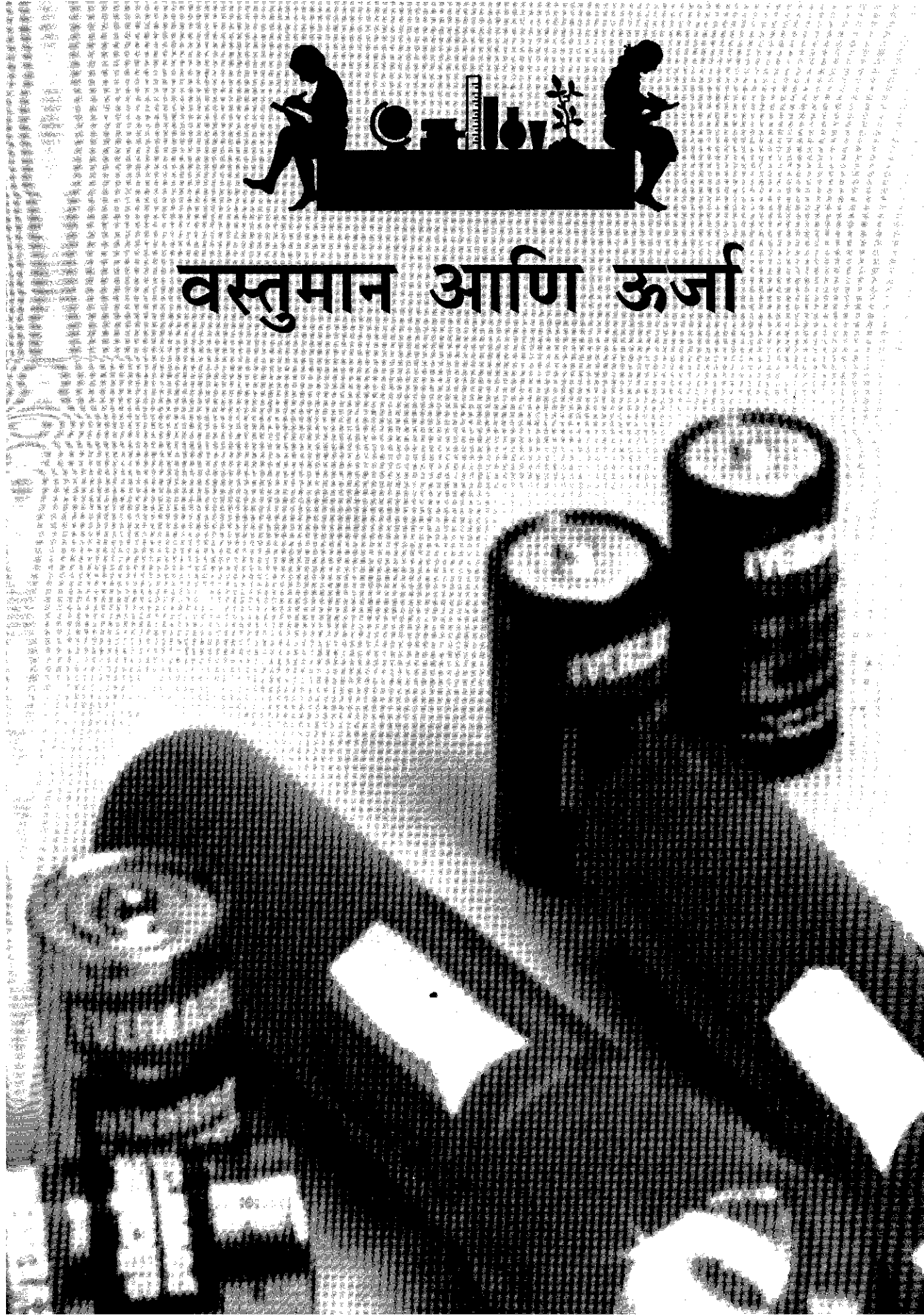
वर दिलेला, दोन कामट्यांचा सांगाडा पतंगासाठी सर्वत्र वापरला जातो. त्यावर कोणतेही हलके, मजबूत आणि वारा आरपार जाऊ न देणारे आवरण घातले तर पतंग उडतो. पतंगाची अनेक प्रकारांनी सजावट करतात. चीनमध्ये ड्रॅगनच्या आकाराचे तर जपानमध्ये खूप मोठे माशाच्या आकाराचे, फुलपाखराच्या आकाराचे पतंग लोकप्रिय आहेत. काही पतंग आकाराने इतके मोठे असतात की ते उडवण्यासाठी २०-२० माणसे लागतात. आपल्याकडे संक्रांतीच्या दिवशी गुजरात राज्यात पतंगांचा खेळ खूप मोठ्या प्रमाणावर खेळला जातो.

तोडतात आणि घरट्यासाठी वापरतात. हाताने वा दाताने असा दोरा तटकन तोडता येतो. बाजारात पतंगासाठी म्हणून खास दोरे मिळतात. साध्या पुडीच्या दोऱ्याला पातळ खळ लावून दोरा मजबूत बनवता येतो. खळीमध्ये काचेची पूड टाकून मांजा बनवतात. त्यासाठी मोठ्यांची मदत घ्या. पतंगाच्या स्पर्धासाठी असा दोरा वापरतात. कधीकधी पतंग एकदम उंच चढतो आणि दोरा हातावरून भराभरा सरकताना कापण्याची शक्यता असते. त्यासाठी हातमोजे घालावे किंवा फिरकीवरून दोरा सुटू घावा.

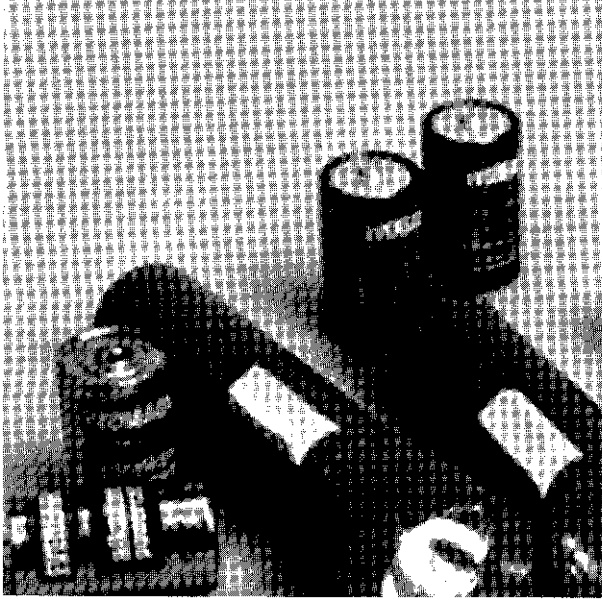
३. पतंग उडवणे ही खेळाबरोबर कलाही आहे. प्रथम वाऱ्याचा अंदाज घ्या, दिशा पाहा आणि त्यानुसार दोरी मधल्या धाग्याला बांधून पतंगाचा कोन योग्य असा ठेवा. एकाने दोरा धरून दुसऱ्याने वाऱ्याला तोंड देईल अशा दिशेने पतंग धरून हलका झटक्या देत वर उडवावा. हातातील दोरीचा योग्य दाब देत प्रथम पतंग वर चढवावा. योग्य वेळी दोरी ढिली सोडणे आणि ताणणे सरावाने जमते.



वस्तुमान आणि ऊर्जा



वस्तुमान आणि ऊर्जा



अनुक्रम

वस्तुमान आणि ऊर्जा / ६९
पदार्थाचे विविध गुणधर्म / ७०
पदार्थाच्या स्थिती तरी किती? / ७१
गोट्यांची शर्यत / ७२
करंगळीवर तोला गोवर्धन पर्वत! / ७३
दोर सरळ ठेवून दाखवता? / ७४
गरागरा फिरणारी बादली / ७५
विजेचा झटका देणारे लिंबू / ७६
चिकट पाणी करी डिंकाचे काम! / ७७
भरलेला पेला आणखी कसा भरणार? / ७८
आगकाडीची होडी / ७९
उड्या मारणाऱा चेंडू / ८०
तरंगणारे अंडे / ८१
पाण्याचे रंगीबेरंगी थर बनवायचेत? / ८२
अग्नीशिवाय खरातून उष्णता? / ८३
सायकलचे ब्रेक लागतात तरी कसे? / ८४
नाण्यांची धक्काबुक्की / ८५
तुटलेली पेन्सिल पुन्हा अख्खी बनवा! / ८६
अदृश्य पेला / ८७
पाठशिवणीचा खेळ / ८८
ऊर्जेचे वस्तुमानाशी नाते तरी कोणते? / ८९
बर्फाची गंमत / ९०
चुंबकीय आकर्षण / ९१
लोहचुंबक बनवा एखाद्या साध्या खिळ्यापासून! / ९२
कागदावर चुंबकीय आकृतिबंध बनवू या / ९३

भांडणाऱ्या फुग्यांना बनवा मित्र! / ९४
कंगव्याची वैज्ञानिक करामत / ९५
घरीच विद्युत्दर्शक बनवायचाय? / ९६
व्होल्टाची बॅटरी स्वतःच बनवाल? / ९७
फॅरेडेची किमया / ९८
वीज वापरून चुंबक कसा बनवाल? / ९९
वाऱ्यासंगे फिरे भिरभिरें! / १००
रंगीत खुणांनी ओळखू या पदार्थाचे गुणधर्म / १०१
पांढरी पूड नक्की आहे कशाची? / १०२
बनवा चिकट गोंद घरच्या घरी! / १०३
भराभर कामे करणारा रासायनिक मदतनीस / १०४
मित्रांना गुप्त संदेश द्यायचाय? / १०५
हा खेळ सावल्यांचा / १०६
भिंतीवरील प्रतिबिंबाची जादू / १०७
इंद्रधनुष्याचे रंग मनोहर! / १०९
विविध रंग दाखवणारी चकती / ११०
रंगांची सरमिसळ / १११
प्रवास करणाऱ्या रंगांची गुपिते / ११२
एक छोटेसे नाटुकले! / ११३
पृथ्वी / ११४
जल / ११५
हवा / ११६
अग्नी / ११७
अवकाश / ११८

वस्तुमान आणि ऊर्जा

या विश्वातील सर्व गोष्टी दोनच प्रकारांत विभागता येतात. वस्तुमान आणि ऊर्जा. जी गोष्ट वस्तू नाही ती ऊर्जा आहे.

वस्तू किंवा पदार्थ (मॅटर) हा अत्यंत सूक्ष्म अशा कणांनी बनलेला असतो. त्या कणांना 'अणू' म्हणतात. पाण्याच्या एका थेंबातील अणूंची संख्या एकावर एकवीस शून्ये इतकी प्रचंड असते.

आईनस्टाईनचे सूत्र :

विज्ञानातील एक महत्त्वाचे सूत्र आहे ऊर्जा = वस्तुमान × (प्रकाशवेग)^२

किंवा

$$E = m \times c^2$$

$$E = \text{ऊर्जा (एनर्जी)}$$

$$m = \text{वस्तुमान (मास)}$$

$$c = \text{प्रकाशवेग (३ × १०^८ मीटर/सेकंद)}$$

पदार्थ किंवा वस्तूमधील द्रव्यसमुच्चयास 'वस्तुमान' म्हणतात.

अल्बर्ट आईनस्टाईन या विख्यात शास्त्रज्ञाने हे सूत्र शोधून सिद्ध केले. या सूत्रानुसार ऊर्जा आणि वस्तुमान ही पदार्थाची दोन रूपे आहेत. ऊर्जा वस्तुमानात किंवा वस्तुमान ऊर्जेत रूपांतरित करता येते.

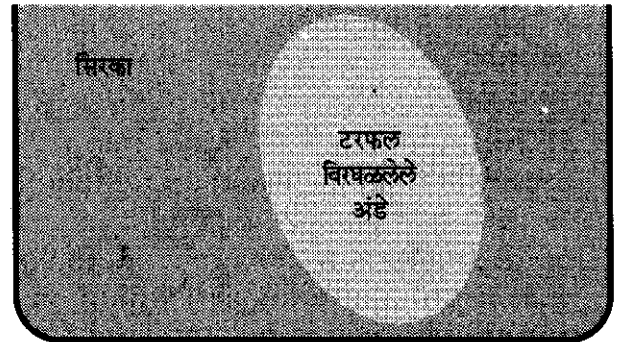
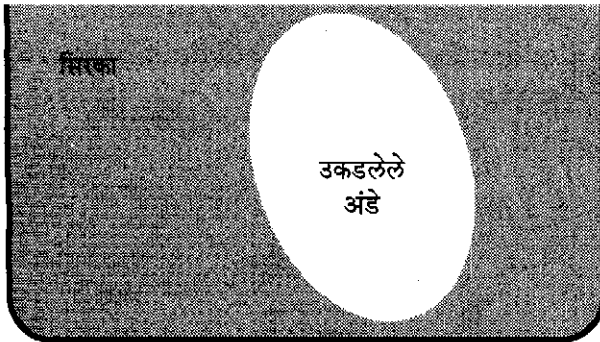
कवच न फोडता उकडलेले अंडे कसे मिळवाल?

कृती :

१. एका वाटीत सिरका (व्हिनेगर) ओतून त्यात रात्रभर उकडलेले अंडे बुडवून ठेवा. दुसरे दिवशी सकाळी अंड्याचे टरफल नाहीसे झालेले असेल आणि लोणच्यासारखे मुरलेले अंडे वाटीत मिळेल. अंड्याच्या टरफलामध्ये कॅल्शियम नावाचे एक द्रव्य असते. सिरका हे सौम्य आम्ल असल्याने त्यामध्ये कॅल्शियम विरघळते आणि टरफल न फोडता अंडे आपल्याला मिळते.

२. वाटाण्यांचा बांधा बंगला

पांढरे किंवा हिरवे वाटाणे रात्रभर पाण्यात भिजत घालावेत, सकाळी फुगून येतात. खराट्याचे हीर घेऊन त्याचे हव्या त्या लांबीचे तुकडे करावेत. दात कोरायच्या काड्या वापरल्या तरी चालेल. वाटाण्यात काड्या टोचून घर बांधता येते. पूल, अणुरचना, वेगवेगळ्या आकाराचे स्फटिक, तीन मितीतील भूमितीच्या रचना... तुमच्या कल्पना वापरून हवे ते बांधकाम करा. पूर्ण झाले की दोन दिवस सुकू द्या. वाटाणे आकसतात आणि काड्यांना घट्ट पकडून ठेवतात. तुमचे बांधकाम पक्के होते. रंगपेटीतले रंग वापरून वाटाणे आणखी सुशोभित करता येतात.



वस्तुमान आणि ऊर्जा

या विश्वातील सर्व गोष्टी दोनच प्रकारांत विभागता येतात. वस्तुमान आणि ऊर्जा. जी गोष्ट वस्तू नाही ती ऊर्जा आहे.

वस्तू किंवा पदार्थ (मॅटर) हा अत्यंत सूक्ष्म अशा कणांनी बनलेला असतो. त्या कणांना 'अणू' म्हणतात. पाण्याच्या एका थेंबातील अणूंची संख्या एकावर एकवीस शून्ये इतकी प्रचंड असते.

आईनस्टाईनचे सूत्र :

विज्ञानातील एक महत्त्वाचे सूत्र आहे ऊर्जा = वस्तुमान × (प्रकाशवेग)^२

किंवा

$$E = m \times c^2$$

$$E = \text{ऊर्जा (एनर्जी)}$$

$$m = \text{वस्तुमान (मास)}$$

$$c = \text{प्रकाशवेग (३ × १०^८ मीटर/सेकंद)}$$

पदार्थ किंवा वस्तूमधील द्रव्यसमुच्चयास 'वस्तुमान' म्हणतात. अल्बर्ट आईनस्टाईन या विख्यात शास्त्रज्ञाने हे सूत्र शोधून सिद्ध केले. या सूत्रानुसार ऊर्जा आणि वस्तुमान ही पदार्थाची दोन रूपे आहेत. ऊर्जा वस्तुमानात किंवा वस्तुमान ऊर्जेत रूपांतरित करता येते.

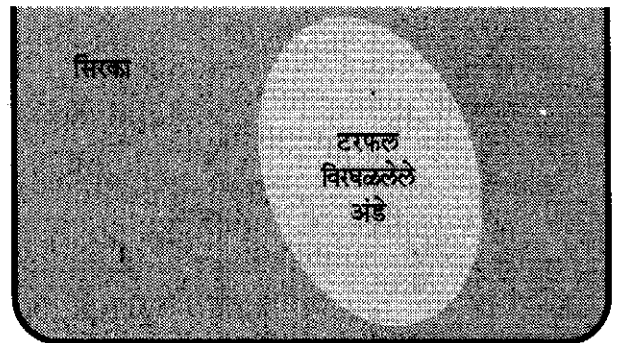
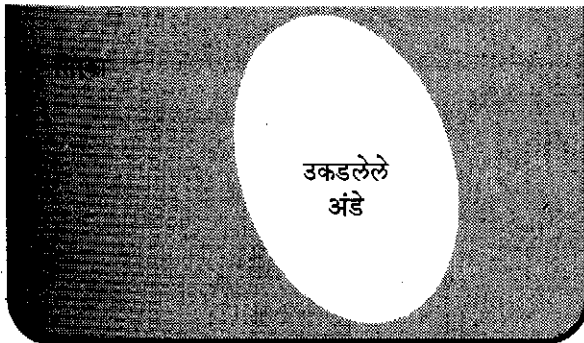
कवच न फोडता उकडलेले अंडे कसे मिळवाल?

कृती :

१. एका वाटीत सिरका (व्हिनेगर) ओतून त्यात रात्रभर उकडलेले अंडे बुडवून ठेवा. दुसरे दिवशी सकाळी अंड्याचे टरफल नाहीसे झालेले असेल आणि लोणच्यासारखे मुरलेले अंडे वाटीत मिळेल. अंड्याच्या टरफलामध्ये कॅल्शियम नावाचे एक द्रव्य असते. सिरका हे सौम्य आम्ल असल्याने त्यामध्ये कॅल्शियम विरघळते आणि टरफल न फोडता अंडे आपल्याला मिळते.

२. वाटाण्यांचा बांधा बंगला

पांढरे किंवा हिरवे वाटाणे रात्रभर पाण्यात भिजत घालावेत, सकाळी फुगून येतात. खराट्याचे हीर घेऊन त्याचे हव्या त्या लांबीचे तुकडे करावेत. दात कोरायच्या काड्या वापरल्या तरी चालेल. वाटाण्यात काड्या टोचून घर बांधता येते. पूल, अणुरचना, वेगवेगळ्या आकाराचे स्फटिक, तीन मितीतील भूमितीच्या रचना... तुमच्या कल्पना वापरून हवे ते बांधकाम करा. पूर्ण झाले की दोन दिवस सुकू घ्या. वाटाणे आकसतात आणि काड्यांना घट्ट पकडून ठेवतात. तुमचे बांधकाम पक्के होते. रंगपेटीतले रंग वापरून वाटाणे आणखी सुशोभित करता येतात.

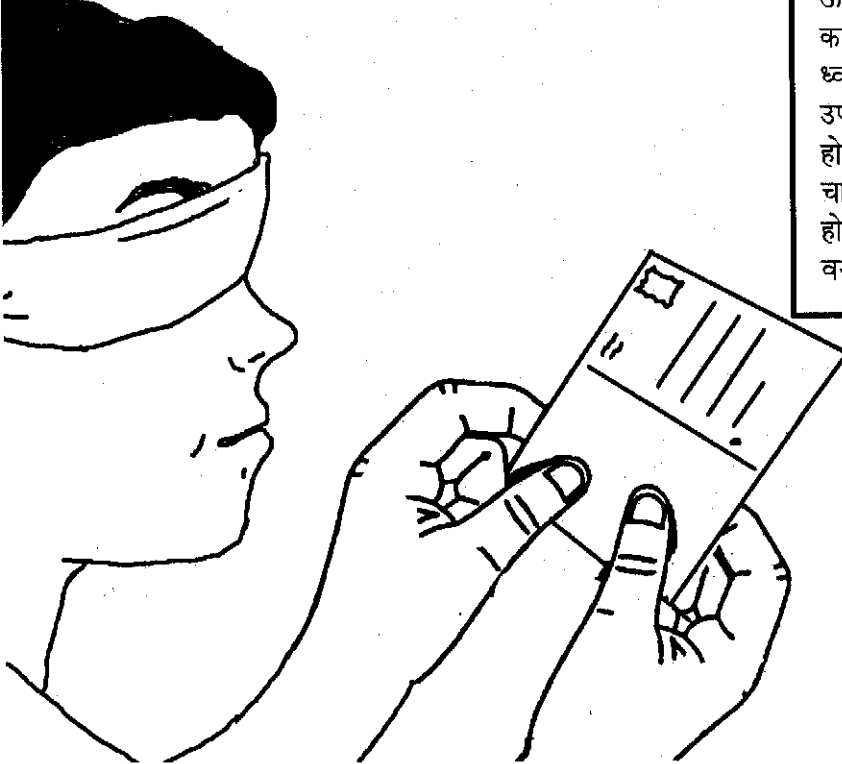


पदार्थांचे विविध गुणधर्म

पदार्थांचे वेगवेगळे गुणधर्म व प्रकार पाहण्यासाठी हा छोटासा खेळ खेळून पाहा.

कृती :

१. दोन दोन मुलांच्या प्रथम जोड्या बनवा.
२. प्रत्येकाने दुसऱ्याला न दाखवता चारपाच वस्तू एकत्र करून ठेवायच्या आहेत. वस्तूंमध्ये विविधता असावी. पेन्सिल, पुस्तक, कपडा, पेला असे काहीही चालेल.
३. डोळे बंद करून आपल्या जोडीदाराने निवडलेल्या वस्तूचे फक्त हाताने चाचपून वर्णन करा. आकार, स्पर्श यावरून वस्तू ओळखता येऊ नये याची काळजी प्रत्येकाने घ्यावी.
४. मग सर्वांनी एकत्र येऊन सर्व वस्तूंची पाहणी करावी. पदार्थ ओळखून त्याचे जास्तीतजास्त गुणधर्म सांगेल त्या मुलाला जास्त गुण मिळतील.
५. या खेळामध्ये शर्यत लावून विविधता आणता येते. दोन किंवा तीन मिनिटे वेळ द्यावा. विशिष्ट गुणधर्माची जवळ असलेली वस्तू त्या वेळेत शोधून आणायची आहे. उदा. (कठीण पण गुळगुळीत, चिकट, मऊ, पारदर्शक, लवचीक... वगैरे)



या सर्व वस्तू अणूने बनलेल्या आहेत. अणू हे पदार्थांचे सर्वांत लहान, सूक्ष्म एकक (युनिट) आहे. कोणताही पदार्थ घेऊन त्याचे तुकडे करत गेले, इतके लहान की डोळ्यांना दिसू नयेत... आणखी लहान... तर अंतिम लहान भाग अणू आहे. हे सर्व विश्व अणू आणि त्यामध्ये असलेले अवकाश अथवा रिक्ामी जागा याचे बनलेले आहे. विश्व जेव्हा निर्माण झाले तेव्हा जे अणू होते, जेवढी त्यांची एकूण संख्या होती तेवढेच अणू त्याच संख्येने आज आहेत आणि विश्वाच्या अंतापर्यंत ते तसेच राहणार आहेत. जे काही नवे बनते, दिसते ते सर्व जुन्या अणूंची नव्याने रचना होते म्हणून अस्तित्वात येते. वस्तुमान निर्माण करता येत नाही तसेच त्याचा नाशही करता येत नाही.

दगड, खोडरबर, हात, विमान या सर्वांमध्ये समान काय आहे?

ही सर्व जागा व्यापतात. या सर्वांना वस्तुमान आहे. हवा, धूर, वाफ यादेखील वायुरूपातील वस्तू आहेत, तर पाणी, तेल, पारा हे द्रवरूप पदार्थ आहेत. जे वस्तू वा पदार्थ नाहीत ती ऊर्जा आहे.

ऊर्जेचे अनेक प्रकार आहेत. ऊर्जेमुळे कार्य होते. ऊर्जेचे काही प्रकार सहजतेने दिसू, भासू शकतात. प्रकाश, ध्वनी हे प्रकार आपल्याला दिसण्यासाठी, ऐकण्यासाठी उपयोगी पडतात. विस्तवापाशी उभे राहिले तर गरम होते; आपल्या हातांना, कातडीला उष्णता जाणवते. चालताना, सायकल चालवताना गतिरूप ऊर्जा खर्च होते तर वीज वापरून प्रकाश (दिवा), उष्णता (इस्त्री) वगैरे ऊर्जेचे रूपांतर आपण पाहू शकतो.

पदार्थांच्या स्थिती तरी किती?

घन, द्रव आणि वायू या पदार्थांच्या सर्वसामान्य ३ स्थिती आहेत. ऊर्जा वापरून या स्थितींचा अभ्यास करता येतो.

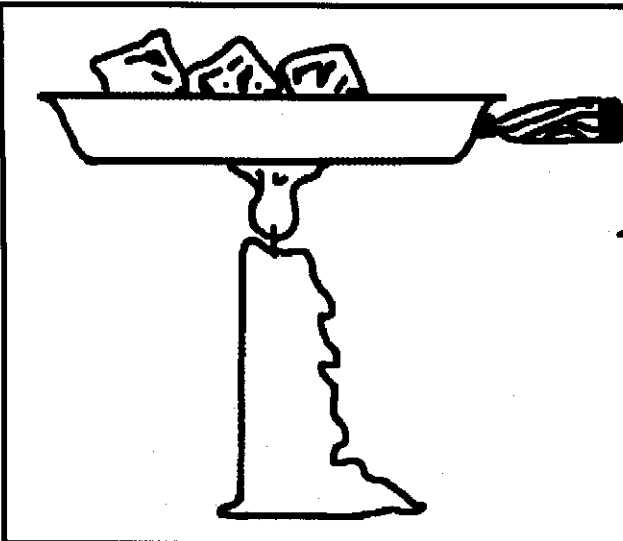
साहित्य : बर्फाचे तुकडे, लाकडी दांडा असलेले भांडे, मेणबत्ती, काडेपेटी.

कृती :

१. बर्फाच्या तुकड्याचे निरीक्षण करावे. त्याचा आकार स्थिर असतो तर स्पर्श थंड असतो.
२. मेणबत्ती पेटवावी आणि त्यावर बर्फाचा तुकडा घातलेले भांडे धरावे.
३. भांडे गरम होते तसा बर्फ वितळतो. भांडे तसेच ज्योतीवर धरावे. थोड्या वेळाने बोट घालून पाहावे. पाणी गरम होईल.
४. आणखी काही वेळाने पाणी उकळू लागेल आणि भांड्यावरती पाण्याची पांढरट वाफ दिसेल. तसेच मेणबत्ती जळत असताना नीट पाहा. ज्योतीजवळ उष्णता लागून घनरूप मेणाचा द्रव बनून तो बाजूने ओघळू लागेल. मेण जळल्याचा विशिष्ट वासही येईल.
५. पाणी ओतून भांडे उलटे करून पाहा. काजळी धरलेली दिसेल.

द्रवपदार्थ त्यांचे आकारमान तेच ठेवतात. पण आकार मात्र त्यांना ठेवलेल्या भांड्याप्रमाणे बदलतात. एक पेला पाणी बशीत ओतले तर पाण्याचे आकारमान तेच राहते, पण आकार बदलतो. द्रवपदार्थांच्या अणूंची हालचाल आणि वेग घनपदार्थांच्या अणूपेक्षा जास्त असतो. द्रवपदार्थांच्या पृष्ठभागी असलेले अणू कंप पावताना द्रवापासून अलग होतात आणि वायुरूप बनून हवेत मिसळतात या क्रियेला 'बाष्पीभवन' म्हणतात. द्रवपदार्थ बशीत घालून खिडकीत ठेवला तर काही दिवसांनी पूर्णपणे हवेत मिसळतो. द्रवपदार्थांला उष्णता दिली की त्याचे तापमान वाढते आणि अणूंचे कंपन वाढून बुडबुडे येऊ लागतात. या क्रियेला आपण 'उकळणे' म्हणतो. ज्या विशिष्ट तापमानाला द्रवरूप पदार्थ वायुरूप बनतात आणि हवेत मिसळतात, त्या तापमानाला द्रवाचा 'उत्कलन बिंदू' असे म्हणतात. पाणी उकळले की द्रवरूपातून वायुरूप अशी त्याची स्थिती बदलते. वायूचे अणू एकमेकांपासून अधिक अंतरावर असतात. वायूला विशिष्ट आकार अथवा आकारमान नसते. ज्या भांड्यामध्ये ठेवला आहे तोच त्याचा आकार आणि तेच त्याचे आकारमान. उष्णता दिली की वायूचे अणू अधिक वेगाने स्वतंत्र फिरू लागतात. त्यांचा वेग वाढतो.

उष्णतेमुळे पदार्थांचे विघटन होते. म्हणजे काही पदार्थांतील घटक वेगळे होतात. भांड्याच्या तळाशी काजळी साचते ती कार्बन अथवा कर्ब म्हणून ओळखली जाते. कार्बन हा मेणाचा एक घटक पदार्थ आहे.



बर्फाचा तुकडा हे पाण्याचे घनरूप आहे. पदार्थांची स्थिती ही त्यातील अणुरचनेवर आणि तापमानावर अवलंबून असते. घनपदार्थ आपला आकार स्थिर ठेवतात. त्यातील अणू एका जागी स्थिर असतात. तापमान असेल त्याप्रमाणे त्याच जागी स्थिर राहून विशिष्ट तऱ्हेने हलत असतात. त्याला अणूंचे 'कंपन' असे म्हणतात. तापमान वाढत जाते तसे कंपन वाढत जाते. एका विशिष्ट तापमानाला कंपन इतके वाढते की अणू जागा सोडून फिरू लागतात. अशा तऱ्हेने घनपदार्थ द्रवरूप बनतो. बर्फाचे पाणी होते आणि मेण वितळते.

गोट्यांची शर्यत

एक... दोन... तीन... गोट्या वेगवेगळ्या द्रवांत पळू द्या आणि कोणती गोटी शर्यत जिंकते पाहा.

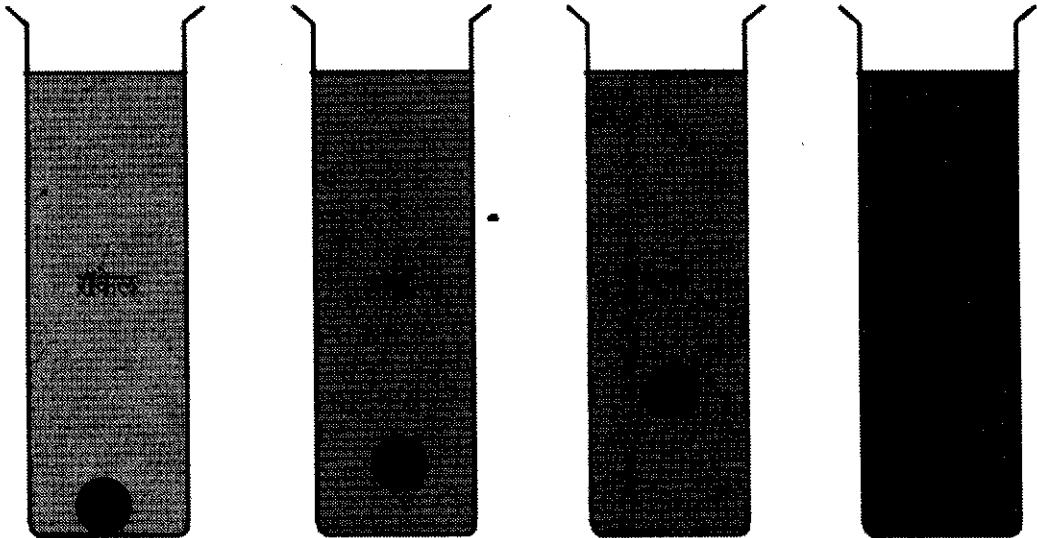
साहित्य : एकाच आकाराच्या (शक्यतो लहान) चार गोट्या. चार काचेचे पेले अथवा परीक्षानळ्या, पाणी, तेल, मध, रॉकेल.

कृती :

१. चार पेल्यांमध्ये अथवा परीक्षानळ्यांमध्ये अनुक्रमे रॉकेल, पाणी, तेल, मध ओतून एका पातळीत भरावे.
२. चार मुलांनी एकमेकासमोर उभे राहून डाव्या हातात पेला आणि उजव्या हातात गोटी धरून दोन्ही हात एकमेकाजवळ ठेवावे. गोटी धरलेली बोटे पेल्याच्या वर असावीत.
३. एक, दोन, तीन म्हणताच बोटे अलग करून गोटी पेल्यामध्ये सोडावी. गोटी फेकली जाता कामा नये.
४. कोणती गोटी सर्वांत आधी पेल्याच्या तळाशी पोहोचते ते पाहा. ती गोटी शर्यत जिंकली आहे.

वरील गोट्यांच्या शर्यतीत रॉकेलमधील गोटी प्रथम, पाण्यातील दुसरी, तेलातील तिसरी आणि मधातील चौथी येईल.

सर्व द्रवपदार्थ सारख्या घनतेचे नसतात. प्रत्येक द्रवातून वस्तू वाहताना होणारा विरोध वेगळा असतो. त्याला 'वहनविरोध' (व्हिस्कॉसिटी) म्हणतात. काही द्रव पटकन ओतता येतात तर काही द्रव ओतताना वेळ लागतो. द्रवाचे अणू एकमेकांना आकर्षित करतात आणि हे आकर्षणाचे बल वेगवेगळ्या द्रवांत वेगवेगळे असते. त्यामुळे द्रवाच्या पातळ्या बनतात. द्रवात वस्तू वाहताना या पातळ्यांमधील अणू विलग केले जातात म्हणून वस्तूला विरोध होतो. ज्या द्रवातील अणूंत आकर्षण जास्त असते त्यातून वाहताना विरोध जास्त होतो. तो द्रव ओतताना वेळ लागतो. अशा द्रवांना आपण 'घट्ट (जाड) द्रव' असे म्हणतो. (उदा. तेल, मध) काही द्रवांतील अणूंचे आकर्षण कमी असते. त्यातून वाहताना विरोध कमी होतो. ते द्रव चटकन ओतले जातात. अशा द्रवांना आपण 'पातळ द्रव' म्हणतो. (उदा. रॉकेल, पाणी)



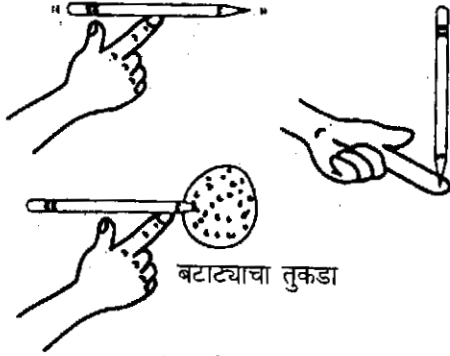
करंगळीवर तोला गोवर्धन पर्वत!

सर्व पदार्थांवर गुरुत्वाकर्षणाचे बल अथवा प्रेरणा कार्य करत असते. चित्रात दाखवलेल्या वस्तूचे तोलले जाणे पटकन पाहिले तर अशक्य वाटते.

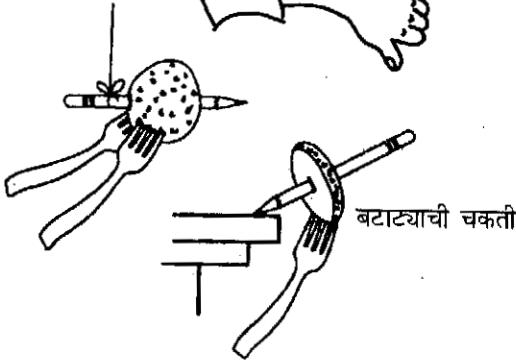
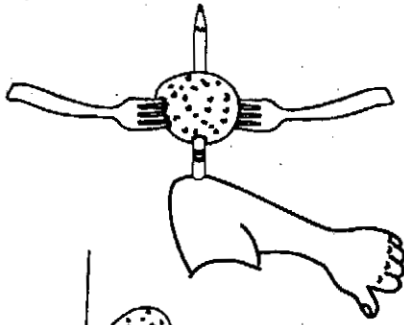
साहित्य : पेन्सिल, काटेरी चमचे, साधे चमचे, पेले, दोरी, बटाटा.

कृती :

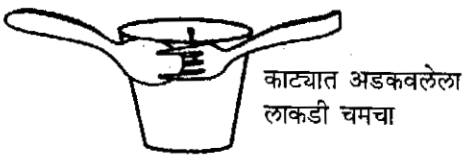
- पेन्सिल, चमचा, काटेरी चमचा बोटावरती उभा आडवा ठेवून तोलून पाहा.
- आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे पदार्थांचे वेगवेगळे आकृतिबंध करून तोलून पाहा.



बटाट्याचा तुकडा



बटाट्याची चकती



काट्यात अडकवलेला लाकडी चमचा

सर आयझॅक न्यूटन बागेत झाडाखाली बसून चिंतन करत असताना एक सफरचंद खाली पडले. आकाशातील ग्रह-तारे पृथ्वीवर खाली पडत नाहीत, पण माग फळ खाली का पडते, याचे आश्चर्य वाटून त्यांनी ह्या प्रश्न सोडवण्यासाठी खूप विचार केला, प्रयोग केले आणि गुरुत्वाकर्षणाचा नियम मांडून सिद्ध केला. पृथ्वी सर्व पदार्थांना आपल्या दिशेने एक बल वापरून खेचते, त्या गुणधर्माला 'गुरुत्वाकर्षण' म्हणतात. पदार्थांला खेचणारे बल हे पदार्थांच्या वस्तुमानावर अवलंबून असते. शास्त्रीय भाषेत वस्तुमान आणि गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रवेगाचा गुणाकार याला पदार्थांचे 'वजन' म्हणतात. चंद्राचे गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीच्या १/५ आहे. त्यामुळे एकाच पदार्थांचे पृथ्वीवरील वजन चंद्रावरील वजनाच्या पाचपट असेल.

घनपदार्थांचे स्थिर राहणे किंवा तोलले जाणे हे पदार्थांच्या वजनावर आणि वस्तुमानाच्या वाटणीवर अवलंबून असते. स्थिरतेच्या संदर्भात पदार्थांचे सर्व वजन एका बिंदूपाशी एकवटलेले असते त्या बिंदूला पदार्थांचा 'गुरुत्वमध्य' म्हणतात. पदार्थ कसाही फिरवला तरी त्याचा गुरुत्वमध्य बदलत नाही. या बिंदूपासून पृथ्वीच्या दिशेने जाणाऱ्या लंबरेषेला 'गुरुत्वलंब' म्हणतात. ही रेषा जर पदार्थांच्या आधार असलेल्या जागेत राहिली तर पदार्थ समतोल राहतो. फूटपट्टी बोटावरती मध्यभाग येईल अशी ठेवली तर तोलली जाते. कारण या वेळी तिचा गुरुत्वलंब बोटाच्या आधारावर असतो.

वरील सर्व आकृतीत वस्तुमानाचे वाटप अशा तऱ्हेने केले आहे की एकत्रित आकृतिबंधाचा गुरुत्वलंब हा नेहमीच आधाराच्या आत राहिल. उदा. आकृती क्र. ३मध्ये बटाटा एका बाजूला टोचलेला आहे. बोटावरती पेन्सिल आणि बटाटा यांचा एकत्रित गुरुत्वमध्य येतो आणि गुरुत्वलंब बोटावर पडून दोन्ही एकत्रित तोलले जाते.

इटलीमधील पिसाचा झुकता मनोरा हे जगातील एक आश्चर्य मानले जाते. पाया पुरेसा खोल न केला गेल्यामुळे हा मनोरा त्याच्या दगडी बांधणीमुळे दरवर्षी १.५ मिलीमीटर झुकतो आहे. आठशे वर्षात त्याचे झुकणे इतके झाले आहे की आता ते स्पष्ट दिसते. तरीसुद्धा मनोरा उभा आहे. कारण अजून त्याचा गुरुत्वलंब त्याच्या पायामधून जातो. अनेक अभियंत्यांनी त्याचे झुकणे थांबवायचा प्रयत्न केला आहे. बाहेरून आधार न देता त्याचे झुकणे थांबवायचे प्रयत्न अजून चालू आहेत.

दोर सरळ ठेवून दाखवता?

दोराची दोन टोके कितीही ताणून धरली तरी मधे वजन ठेवल्यास तो दोर सरळ ठेवणे शक्य होत नाही. यासाठी प्रत्यक्ष प्रयोग करूनच पाहा ना!

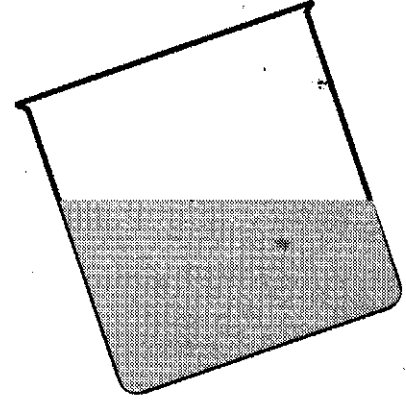
साहित्य : जाड दोर, पुस्तक अथवा बाटली, चिमटा.

कृती :

१. चिमटाच्या साहाय्याने पुस्तक अथवा बाटली दोराच्या मध्यभागी अडकवा.
२. दोन मुलांनी दोराची दोन टोके हातात धरून उभे राहा.
३. दोर मध्यभागी दबला जाईल. दोघांनीही दोराची टोके हळूहळू ओढायची आहेत. दोर सरळ रेषेत ठेवायचा प्रयत्न करा.
४. कितीही प्रयत्न केला तरी दोर मध्यभागी जेथे वजन अडकवलेले आहे त्या बिंदूपाशी वाकलेला राहतो.
५. दोर सरळ ठेवण्यासाठी तुम्हांला काही मार्ग सुचतो का?

कृती :

एक काचेचे भांडे घेऊन त्यात पाणी भरा. भांडे तिरपे केले तरी पाण्याची पातळी जमिनीला समांतर राहते. याचे कारण



गुरुत्वाकर्षण हे आहे. पाण्याचा प्रत्येक कण पृथ्वीच्या दिशेने ओढला जातो आणि ते समपातळीत राहते. डोंगरावर वा उंच जागी पाणी जमिनीत झिरपायचा प्रयत्न करते. खोलवर असलेले खडकाचे थर पाण्याच्या कणांना विरोध करतात. आणि पाण्याचा खालच्या दिशेने होणारा प्रवास थांबतो. पाणी आकारमानाने फार असेल तर त्याजागी तळी, सरोवरे बनतात. काही वेळा पाणी जमिनीखालील पोकळीत खडकावर साठून राहते. वरून जमिनीत खणत गेले तर त्या जागी झरे लागतात आणि विहिरी बांधता येतात. अशा रितीने पृथ्वीवरील सर्व पाणी शेवटी उपलब्ध असलेल्या सर्वात कमी पातळीवर राहायचा प्रयत्न करते.

दोराच्या मध्यभागी बांधलेल्या वस्तूवर गुरुत्वाकर्षणाचे बल कार्य करते आणि दोर मध्यभागी वाकतो. या बलाविरुद्ध ऊर्जा वापरता येते. दोन्ही बाजूंनी दोर खेचला की मधला बाक कमी होतो. या वेळी गुरुत्वाकर्षणाचे बल आणि खेचणारे बल एकमेकांना काटकोनात आहेत. एक बल दुसऱ्या बलाला काटकोनात असताना तोलू शकत नाही; त्यांची बेरीज शून्यावर येऊ शकत नाही. बल हे सदिश (व्हेक्टर) असल्यामुळे दिशा महत्त्वाची ठरते. त्यामुळे मध्यभागी थोडातरी बाक राहतोच.

गरागरा फिरणारी बादली

पाणी न सांडता बादली जोरात फिरवता येईल?

जर एखादी छोटी बादली उभ्या दिशेने एका पातळीत गरागरा फिरवली तर आतील वस्तू खाली पडत नाहीत. पाण्याने भरलेली बादलीही तुम्हाला अशी फिरवता येते.

साहित्य : छोटी बादली, जाड दोरी, कागदाचे बोळे, पाणी.

कृती :

१. कागदाचे बोळे बादलीत ठेवा.
२. हातात बादलीची कडी पकडून, हात ताठ ठेवून प्रथम बादलीला आडवे झोके द्या.
३. बादलीला चांगला वेग आला की ती उभ्या वर्तुळाकार दिशेने गरागरा फिरवा. वरच्या बिंदूपाशी बादली पूर्ण उलटी झालेली असेल. गोल फिरण्याचा वेग असा हवा की एकही बोळा बादलीतून खाली पडता कामा नये.
४. आता वेग कमीजास्त करून काय होते ते पाहा. वेग कमी झाला की बोळे खाली पडतील मात्र एका विशिष्ट वेगानंतर ते पडणार नाहीत. हा विशिष्ट वेग थोड्या सरावाने गाठता येतो. त्यानंतर वेग वाढवला तर बोळे अजिबात पडत नाहीत.
५. आता बादलीच्या कडीला दोरी बांधा. आणि तशाच पद्धतीने बादली फिरवा. दोरी बांधल्याने बादली फिरते. त्या वर्तुळाकार मार्गाची त्रिज्या वाढते. बोळे न पडणाऱ्या कमीतकमी वेगाचा आणि त्रिज्येचा संबंध आहे का? वेगवेगळ्या लांबीची दोरी वापरून हा संबंध तपासून पाहा.
६. आता बादलीमध्ये अर्धे पाणी भरा, आणि फिरवा. पाणी अजिबात पडणार नाही अशा वेगाने फिरवा. मग पाणी आणखी वाढवून हाच प्रयोग करा. पाण्याच्या आकारमानाचा आणि त्या विशिष्ट वेगाचा संबंध आहे का? पाणी वाढले की वेग वाढवावा लागतो का?

वस्तू वर्तुळाकार फिरताना ज्या बिंदूपाशी केंद्रगामी बल शून्य होते त्या बिंदूपासून वस्तू सरळ रेषेत फेकली जाते. गोफण घेऊन दगड टाकताना गरगर फिरवून त्याला वेग दिला जातो आणि झटका देऊन दगड सरळ रेषेत वेगाने फेकता येतो. वैमानिक आकाशात साहसपूर्ण कसरती करतात. विमान उलटे करू शकतात, मृत्युगोलामध्ये फटफटीस्वार

गोलगोल फिरतो आणि कसरत करतो तेव्हा ते वर्तुळाकार फिरणे व केंद्रगामी बल या तत्त्वांचा उपयोग करतात.

कृती :

एक रुंद तोंडाची उभी बाटली घ्या. टेबलवर पिंगपांगचा वा प्लॅस्टिकचा लहान चेंडू ठेवून त्यावर बाटली पालथी ठेवून ती गोलगोल वेगाने फिरवा. चेंडू प्रथम बाटलीच्या कडेशी गोल फिरेल. त्याचा वेग वाढला की वरच्या दिशेने चढू लागेल. फिरायचा वेग तसाच वाढता ठेवून बाटली पटकन उचला. चेंडू बाटलीबरोबर उचलला जाईल. जडत्वामुळे चेंडू सरळ रेषेत वेग घेतो पण बाटलीच्या कडा गोल असल्याने गोल फिरू लागतो. त्यामुळे निर्माण झालेले केंद्रगामी बल चेंडूला वर्तुळाकार फिरता ठेवते आणि बाटलीच्या दिशेने वर चढायला उद्युक्त करते. बाटली उचलली की चेंडू बाटलीबरोबर उचलला जातो.

न्यूनतम गतीशी संबंधित पहिल्या नियमाप्रमाणे सरळ रेषेत जाणारी वस्तू सरळ रेषेत जात राहते, आणि स्थिर वस्तू स्थिर राहते. वस्तूच्या या गुणधर्माला 'जडत्व' (इनिर्शिया) असे म्हणतात. गोल, वर्तुळाकार फिरणाऱ्या वस्तूवर त्या गोलाच्या केंद्राच्या दिशेने सतत बल कार्य करत असते. त्या बलाला 'केंद्रगामी (सेंट्रिफ्युगल) बल' म्हणतात. वाहनात बसून वळण घेताना आपण वळणाच्या दिशेने खेचले जातो ते याच केंद्रगामी बलामुळे. जडत्वामुळे वस्तू सरळ रेषेत जायचा प्रयत्न करते. त्यामुळे हे बल वस्तूला केंद्राच्या विरुद्ध दिशेने जायला उद्युक्त करते. बादली जेव्हा वर्तुळाच्या वरील बिंदूपाशी उलटी असते तेव्हा गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीच्या दिशेने आणि केंद्रगामी बल विरुद्ध दिशेने त्यावर कार्य करतात. केंद्रगामी बल वेगावर अवलंबून असते. वेग वाढला की बल वाढते. एका विशिष्ट वेगात बादली फिरत असताना केंद्रगामी बल गुरुत्वाकर्षणाइतके होते आणि वस्तू स्थिर राहते म्हणजे बादलीतून खाली पडत नाही. त्याहून जास्त वेग वाढला तर वस्तू पडत नाही. कमी झाला की गुरुत्वाकर्षणामुळे वस्तू खाली पडते. केंद्रगामी बल वेग आणि त्रिज्या यांवर अवलंबून असते.

विजेचा झटका देणारे लिंबू

लिंबाचे सरबत करून पिणे आणि वरणभातावर पिळून जेवणे हे लिंबाचे उपयोग तुम्हांला ठाऊकच आहेत. पण फक्त तारेचे तुकडे वापरून सौम्य झटका देण्याइतकी वीज लिंबापासून तयार करता येते. कशी ते या प्रयोगातून बघू या!

साहित्य : ताजे लिंबू, तांब्याची स्वच्छ तार, स्टीलचा आकडा, वीजप्रवाह मोजणारे वीजमापक (गॅल्व्हनोमीटर), कांदा, बटाटा, सफरचंद, संत्रे इ. फळे.

कृती :

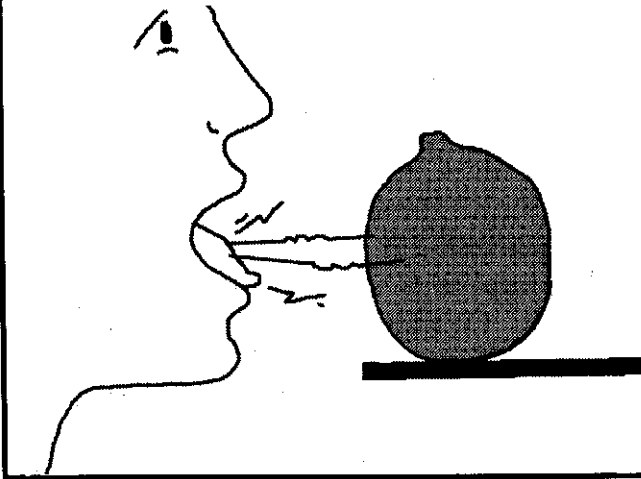
१. आकडा सरळ करून त्याचे एक टोक लिंबामध्ये टोचा. साल भेदून ते लिंबू- मध्यापर्यंत पोचले पाहिजे.
२. तेवढ्याच लांबीची तांब्याची तार आकड्याच्या तारेपासून २ सें.मी. अंतरावर तशीच टोचून द्या.
३. दोन्ही तारांची दुसरी टोके जवळ आणा आणि हलकेच तुमच्या जिभेवरती ठेवा. चुरचुरल्यासारखा अतिसौम्य विजेचा झटका जिभेवरती जाणवेल.
४. या दोन्ही तारांची टोके वीजमापकाच्या दोन टोकांना

१७५३ साली बेंजामिन फ्रँकलिन याने आकाशात पडणारी वीज पृथ्वीवर आणणारा वाहक शोधून काढला. त्याने वादळी वारे सुरू असताना पतंग उडवला आणि आकाशात पडणारी वीज गोळा करायचा प्रयत्न केला. पतंगाच्या ओल्या दोरामुळे विजेचे वहन झाले आणि फिरकी धातूची असल्यामुळे तिथे विजेच्या ठिणग्या उडाल्या. मात्र तुम्ही असे चुकूनसुद्धा करू नका. हा प्रयोग अत्यंत धोकादायक आहे, कारण आकाशातील विजेची शक्ती प्रचंड असते.

जोडा. वीजमापकाचा काटा हलके आणि तयार झालेली वीज तुम्हांला काट्याच्या स्थानावरून मोजता येईल, त्याची नोंद करा.

५. याचप्रमाणे बटाटा, कांदा, सफरचंद, संत्रे इत्यादी फळांमध्ये या दोन तारा आतवर टोचून निर्माण होणाऱ्या विजेची नोंद करा. त्यासाठी वीजमापक वापरा.

सर्व वस्तू अणूंनी बनलेल्या आहेत. अणूमध्ये ऋणभार (-) असलेले इलेक्ट्रॉन असतात तसेच धनभार (+) असलेले प्रोटॉन्स असतात. त्यामुळे मूलतः प्रत्येक पदार्थाचा विजेशी संबंध असतो. जेव्हा पदार्थातील ऋणभारित इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह निर्माण होतो तेव्हा त्या पदार्थातून विजेचे वहन होते. पदार्थातील ऋणभारित इलेक्ट्रॉन्समध्ये गती निर्माण करणे हे वीजवहनासाठी आवश्यक असते. लिंबामध्ये असलेले आम्ल आणि तारांचे धातू यांमध्ये रासायनिक क्रिया होऊन ऋणभार स्वतंत्र होतो. दोन्ही तारा जिभेवर टेकल्या अथवा वीजमापकाला जोडल्या की विद्युत्‌मंडल (सर्किट) पूर्ण होते आणि सौम्य विजेचा झटका बसतो. ही शक्ती इतकी कमी असते की जिभेवर फक्त चुरचुरल्यासारखे वाटते. कांदा, बटाटा, संत्रे, सफरचंद इत्यादी सर्व पदार्थांत आम्ले असतात. आम्लाच्या तीव्रतेवर तयार होणाऱ्या विजेची क्षमता अवलंबून असते. पदार्थ जास्त आंबट असेल तर वीजमापकाचा काटा जास्त नोंद दाखवेल.



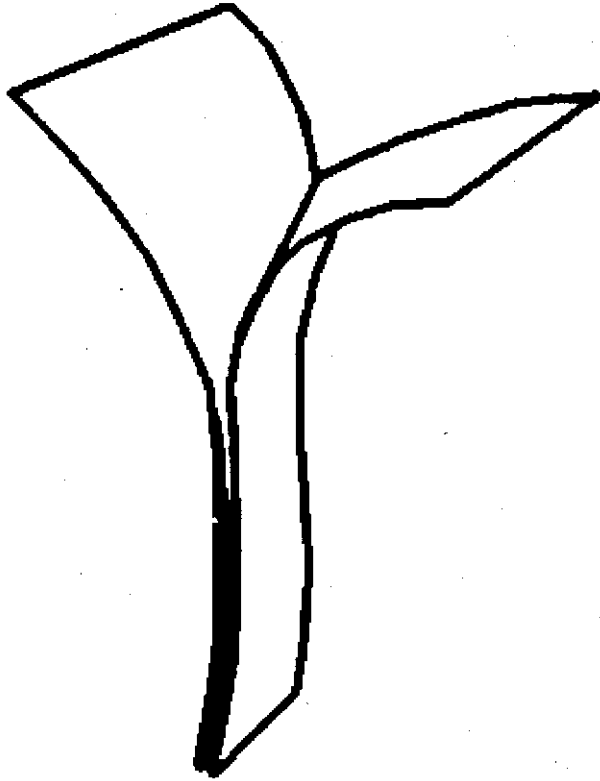
चिकट पाणी करी डिंकाचे काम!

पाणी काही चिकट नसते. दोन कागद पाणी वापरून चिकटतात का पाहा. इथे पाणी डिंकाचे काम करेल हे तपासून पाहा.

साहित्य : दोन कागद, पाणी, वेगवेगळ्या प्रकारच्या कागदांची जोडी घ्यावी. (उदा. वर्तमानपत्र, पताका, पुठ्या, वहीचा कागद इ.)

कृती :

१. दोन कागद एकमेकांना तसेच चिकटवून पाहा. दाबले तरी ते चिकटत नाहीत.
२. आता हे कागद पाण्याने भिजवा आणि चिकटवून पाहा, ते चिकटतील. आता हे कागद स्वतंत्र करायचा प्रयत्न करा. कागद ओढून किंवा घसटून वेगळे करता येतात का?
३. हे चिकटलेले कागद खिडकीत किंवा उबेपाशी ठेवा. ते जेव्हा वाळतील तेव्हा चिकटलेलेच राहतात का? आता ते स्वतंत्र करता येतात का?
४. वेगवेगळ्या प्रकारचे कागद वापरून हाच प्रयोग करा.



पदार्थ हा अणूंनी बनलेला असतो. अणू एकत्र येऊन रेणू बनतात. (मॉलीक्यूल) पाण्याच्या एका रेणूमध्ये दोन हायड्रोजनचे व एक ऑक्सिजनचा अणू असतो. पाण्याचा रेणू हा ध्रुवीय रेणू आहे (पोलर). ध्रुवीय रेणूंना दोन ध्रुव असतात. एक धन आणि एक ऋण ध्रुव. चुंबकाला जसे उत्तर आणि दक्षिण ध्रुव असतात त्याप्रमाणे हे ध्रुव अत्यंत सूक्ष्म रूपात ध्रुवीय अणूवर असतात. विरुद्ध ध्रुव एकमेकांना आकर्षित करतात आणि पाण्याचे रेणू एकमेकांना चिकटतात. या गुणधर्मांमुळे जे पदार्थ ध्रुवीय रेणूंनी बनलेले असतात त्या सर्व पदार्थांना पाणी चिकटते. आणि त्या पदार्थांचे दोन रेणू एकत्र आले की पाण्याच्या ध्रुवीय आकर्षणामुळे पदार्थांचे रेणूही आकर्षित होतात आणि पदार्थ चिकटतो. दोन ओले कागद सावकाश न फाडता ओढून वेगळे करता येतात. पण घसटून वेगळे करता येत नाहीत. घसटण्याच्या (स्लाइडिंग) क्रियेमध्ये पाण्याच्या रेणुबंधांना तोडावे लागते आणि अधिक बल वापरावे लागते म्हणून कागद फाटतो. कागद हा सेंद्रिय पदार्थांचा बनलेला आहे. कागदातील काही रेणू ध्रुवीय आहेत म्हणून कागद पाणी शोषून घेतो.

पदार्थांचे चिकटणे हे दोन प्रकारच्या बलावर अवलंबून असते. दोन सारख्या अणूंमधील आकर्षणाला 'समकण आकर्षण' (कोहेजन) म्हणतात. तर दोन वेगळ्या अणूंमधील आकर्षणाला 'विषमकण आकर्षण' (अधेजन) म्हणतात. पाण्याच्या अणूंमध्ये ही दोन्ही बले कार्य करतात.

कोरडी वाळू घेऊन घर बांधायचा प्रयत्न करा. घर बांधता येत नाही. पण वाळू ओली केली की तिचे कण एकमेकांना चिकटतात आणि घर किंवा किल्ला बांधता येतो. या कृतीमध्ये पाणी आणि वाळू यांमध्ये विषमकण आकर्षण कार्य करते तर पाण्याच्या अणूंमध्ये समकण आकर्षण काम करते आणि वाळू चिकट होते.

भरलेला पेला आणखी कसा भरणार?

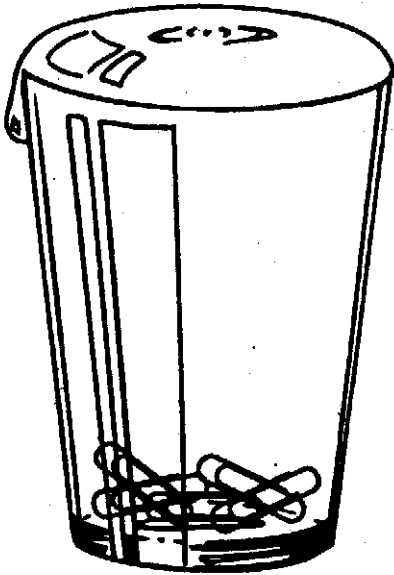
पाण्याने पूर्ण भरलेल्या पेल्यामध्ये टाचण्या सावकाश टाकल्या तर त्यात अनेक टाचण्या मावू शकतात.

साहित्य : पेला, पाणी, टाचण्या, दूध, सिरका (व्हिनेगार), तेल, द्रवरूप साबण.

कृती :

१. पेला पाण्याने पूर्ण भरा.
२. एकएक टाचणी सावकाश पेल्याच्या कडेने हलकेच पाण्यात सोडा. टाचणी फेकायची नाही.
३. तुम्ही पाणी पेल्याबाहेर न सांडता किती टाचण्या पेल्यात सोडू शकता? तुमच्या कल्पनेपेक्षा हा आकडा नक्कीच जास्त असेल.
४. हाच प्रयोग पुन्हा करून पाहा. या वेळी पाण्यामध्ये थोडे द्रवरूप साबणाचे थेंब टाकून पेल्यात पाणी भरा.
५. आता मावू शकणाऱ्या टाचण्यांची संख्या पाहा. ती पहिल्यापेक्षा कमी आहे की जास्त?
६. हाच प्रयोग पाण्यामध्ये दूध, सिरका, तेल इत्यादी घालून करून पाहा. जास्त टाचण्या मावतील अशा पदार्थांमुळे पाण्याचा पृष्ठीय ताण वाढतो. कमी टाचण्या मावतील अशा पदार्थांमुळे पाण्याचा पृष्ठीय ताण (सरफेस टेन्शन) कमी होतो.

एका प्लॅस्टिकच्या बाटलीच्या तळाला टाचणीने तीन भोके जवळजवळ पाडा. त्यात पाणी भरा. बाटली दाबताच भोकांतून



तीन धारा उसळत बाहेर येतील. आता बाटली तशीच उंच धरा आणि पाहा. भोकांतून बाहेर येणारे पाणी एकत्रित होईल आणि एकच थेंब पडेल. पाण्याचे रेणू सावकाश बाहेर येतात, एकमेकांकडे आकर्षित होतात आणि आकार मोठा झाला की गुरुत्वाकर्षणामुळे खाली पडतात.

समकण आकर्षणामुळे पाण्याचे रेणू एकमेकांना चिकटून राहातात. शुद्ध पाणी पेल्यामध्ये असते तेव्हा पेल्याच्या आत असलेल्या पाण्याच्या रेणूवर हे बल सर्व दिशांनी सारखेच कार्य करते. म्हणून पाण्याचा रेणू सर्वत्र कसाही फिरू शकतो. पाण्याच्या पृष्ठभागावर असलेल्या रेणूंच्या, फक्त खालच्या दिशेने पाणी असल्यामुळे, त्या दिशेने बल कार्य करते. वरच्या दिशेने पाण्याचे रेणू नसल्यामुळे समकण आकर्षण त्या दिशेने कार्य करत नाही. याचा परिणाम म्हणून पृष्ठभागावरील रेणू खाली खेचले जातात आणि पृष्ठभागावर एखादे लवचीक आवरण बसवले असावे असा ताण निर्माण होतो. त्याला 'पृष्ठीय ताण' असे म्हणतात. जेव्हा भरलेल्या पेल्यात टाचण्या सावकाश सोडल्या जातात तेव्हा या ताणामुळे त्या पाण्यात सामावल्या जातात. पृष्ठभाग ताणला जातो पण पाणी सांडत नाही. टाचण्यांची संख्या वाढते तसा पृष्ठभाग थोडा वक्र होतो आणि एका विशिष्ट संख्येनंतर पाणी सांडते. पाण्यात विरघळणाऱ्या पदार्थांमुळे पाण्याचा पृष्ठीय ताण बदलतो. उदा. द्रवरूप साबण पृष्ठीय ताण खूप कमी करतो आणि जास्त टाचण्या मावू शकतात.

झाडांच्या पानावर दवबिंदू अथवा पाण्याचे थेंब पसरण्याऐवजी तसेच गोलाकार बनून राहतात. पाण्याच्या पृष्ठभागावरचे रेणू पृष्ठीय ताणामुळे केंद्राच्या दिशेने खेचले जातात आणि थेंब अथवा दवबिंदू गोलाकार बनतात. तेलाच्या अणूंमधले आकर्षण बल हे तेल आणि पाण्याच्या अणूंमधील आकर्षण बलापेक्षा जास्त असते म्हणून तेल आणि पाणी एकमेकांत मिसळत नाहीत. पानावर तेलकट पदार्थांचा सूक्ष्म थर असतो. अळूच्या किंवा कमळाच्या पानांवर हा थर जास्त असतो. त्यामुळे दवबिंदू अथवा पाण्याचे थेंब पसरत नाहीत.

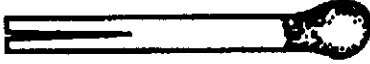
आगकाडीची होडी

जर आगपेटीतील काडीचे मागचे टोक हलके विभागले आणि त्यावर द्रवरूप साबणाचा एक थेंब टाकून ती काडी बशीत सोडली तर होडीसारखी फिरू लागते.

साहित्य : आगपेटीतील काड्या, द्रवरूप साबण, चाकू, खोलगट बशी, पाणी (काड्याऐवजी पातळ लाकडाच्या वा पुठ्याच्या होडीच्या आकाराच्या चकत्या वापरल्या तरी चालतील.)

कृती १ :

१. चाकूने काडीच्या मागच्या बाजूस आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे छेद घ्यावा.



२. बशीमध्ये पाणी भरावे.
३. काडीच्या मागच्या टोकावर द्रवरूप साबणाचा एक थेंब टाकावा आणि काडी बशीतील पाण्यात हलके सोडावी. ती होडीसारखी आपोआप फिरू लागते. सरळ पुढे जाते.
४. काडीच्या मागच्या छेदाची एक बाजू उजवीकडे अथवा डावीकडे वळवावी आणि द्रवरूप साबणाचा थेंब तिथे सोडून ती बशीतील पाण्यावर ठेवावी. होडी सरळ जाण्याऐवजी गोलाकार फिरू लागते.



कृती २ :

कागदाची सुरळी करून तिची सपाट गुंडाळी बनवा. आकृती पाहा. या गुंडाळीच्या मध्यभागी असलेल्या लहानशा भोकावरती द्रवरूप साबणाचा एक थेंब टाका आणि ती बशीतील पाण्यावर ठेवा. गुंडाळी आपोआप गोल फिरू लागते.

या दोन्ही प्रयोगांत द्रवरूप साबण घातलेल्या काडीचा वा गुंडाळीचा भाग जिथे पाण्याला टेकतो त्या ठिकाणी साबण पाण्यात विरघळतो आणि त्या ठिकाणाचा पृष्ठीय ताण एकदम कमी होतो. काडीच्या पुढील भागी जास्त ताण आणि मागील बाजूस कमी ताण असे असमान बल काडीवर कार्य करते आणि काडी पुढे जाते. त्याचप्रमाणे असमान बल तयार होऊन गुंडाळी फिरू लागते.

भांड्यांना चिकटलेले तेल साबण वापरल्यामुळे का निघते?

पृष्ठभागावरील अणू खालील बाजूने समकण आकर्षणाच्या बलामुळे खेचले जातात. म्हणून पृष्ठीय ताण निर्माण होतो. पाण्यामध्ये वेगवेगळे पदार्थ मिसळले तर या ताणात बदल घडतो. साबणामुळे हा ताण अगदी कमी होतो. साबणाचे रेणू विशिष्ट तऱ्हेने बनलेले असतात. ते आकाराने लांबट असून एक टोक ध्रुवीय असते तर दुसरे टोक अध्रुवीय असते (पोलर आणि नॉनपोलर). साबणाचे ध्रुवीय टोक पाण्याच्या ध्रुवीय टोकाशी ऋण-धन असे जोडले जाते आणि पृष्ठीय ताण कमी होतो. तेलकट भांडी साबणमिश्रित पाण्याने सहज स्वच्छ होतात. तेल अध्रुवीय असल्याने पाणी आणि तेल एकमेकांत मिसळत नाहीत. जेव्हा पाण्यामध्ये साबण असतो तेव्हा साबणाच्या अणूचे अध्रुवीय टोक अध्रुवीय तेलाशी संयोग पावते आणि ध्रुवीय टोक पाण्याशी संयोग पावते. अशा तऱ्हेने भांड्याला चिकटलेले तेल साबणपाणी घातले तर निघून येते.

डास, नाकतोडा यांसारखे कीटक पृष्ठीय ताणामुळे पाण्यावरती सहजपणे चालू शकतात.

उड्या मारणारा चेंडू

चेंडू पाण्यावर तरंगतात. त्यांना खाली ढकलायचा प्रयत्न केला तर ते वरती उसळी घेतात. चेंडू पाण्याखाली ठेवायचा असेल तर काय करावा?

साहित्य : फ्लॉस्टिकचा अथवा पिंगपाँगचा चेंडू, रंद पेला, पाणी, चिकटपट्टी, नाणी. (वेगवेगळ्या तऱ्हेचे चेंडू)

कृती :

१. पेला पाण्याने २/३ इतका भरा आणि पाण्याच्या वरच्या पातळीवर चिकटपट्टीने खूण करा.
२. चेंडू पाण्यावर ठेवा; तो तरंगू लागेल. खाली दाबायचा प्रयत्न करा. चेंडूला पाणी वर ढकलते आहे असे हाताला जाणवेल.
३. चेंडू हळूहळू पाण्याखाली हाताने दाबून पाहा. पाण्याची पातळी खूण केलेल्या जागेपेक्षा हळूहळू वाढलेली दिसेल.
४. चेंडू पूर्ण पाण्याखाली असताना पटकन हात काढून घ्या. चेंडू वरती उडी मारील. जितक्या झटकन ही क्रिया घडेल तेवढी चेंडू उंच उडी मारील.
५. चिकटपट्टी वापरून चेंडूला नाणे चिकटवा आणि पाण्यावर ठेवा. चेंडू बुडण्यासाठी तुम्हांला काही नाणी आणखी चिकटवावी लागतील. चेंडू जेव्हा पेल्याच्या तळाशी जाईल तेव्हा पाण्याच्या पातळीचे निरीक्षण करा.
६. टेनिस, रबरी असे वेगवेगळे चेंडू वापरून हाच प्रयोग करून पाहा आणि तुलना करा.

दोन वस्तू एकच जागा व्यापू शकत नाहीत. पाण्यामध्ये वस्तू टाकली की ती पाण्याला बाजूला सारून जागा व्यापते.

प्राचीन काळी भारतीय राजे सैन्यासाठी हत्ती खरेदी करत. त्या हत्तीचे वजन करण्यासाठी हत्तीला एका मोठ्या होडीत उभे करून ती किती बुडते त्या जागी खूण करत. मग हत्तीच्या जागी दगड टाकून त्याच खुणेपर्यंत होडीला बुडू देत. मग दगडाचे सुटे वजन करून त्याची बेरीज करत आणि ते हत्तीचे वजन शोधून काढत. त्यामागे हेच तत्त्व वापरत असत.

बाजूला सारलेल्या पाण्यामुळे पाण्याची पातळी वाढते. वस्तूचे वजन त्याने बाजूला सारलेल्या पाण्याच्या वजनापेक्षा जास्त असेल तर वस्तू बुडते, हे वजन कमी असेल तर वस्तू तरंगते. तरंगणाऱ्या पदार्थाचा जो भाग पाण्याखाली बुडालेला असतो त्या भागाने बाजूला सारलेल्या पाण्याचे वजन तरंगणाऱ्या पदार्थाइतके असते. पिंगपाँगचा चेंडू हलका असल्यामुळे त्याचा थोडाच भाग बुडतो. या भागावर त्याने बाजूला सारलेल्या पाण्याच्या वजनाइतका दाब कार्य करतो. पाण्याच्या खालून वरच्या दिशेने कार्य करणाऱ्या बलाला 'पाण्याची उद्धरणशक्ती' (बॉयॉन्सी) असे म्हणतात. एक किलो लाकूड तरंगते, कारण ते जास्त पाणी बाजूला सारते. एक किलो लोखंड बुडते कारण कमी आकारमानामुळे ते कमी पाणी बाजूला सारते. पिंगपाँगचा चेंडू हाताने पाण्याखाली दाबला तर त्याच्या आकारमानाइतके उद्धरणशक्तीचे बल त्यावर वरच्या दिशेने कार्य करते. हात काढून घेताच या बलामुळे चेंडू वर उडी मारतो. नाणी चिकटवली की चेंडूचे वस्तुमान वाढते आणि त्या प्रमाणात आकारमान न वाढल्यामुळे चेंडू बुडू लागतो.

ग्रीसचा राजा हायरो याने स्वतःसाठी एक हिरेजडित सोन्याचा मुकुट बनवला. पण नंतर राजाला संशय आला की मुकुट बनवणाऱ्या सोनाराने शुद्ध सोने न वापरता त्यामध्ये हीण अथवा चांदी वापरली आहे. त्याच्या पदरी आर्किमिडीज हा विद्वान, विचारवंत काम करत होता. राजाने मुकुट न मोडता त्याला धक्का न लावता त्यामध्ये चांदी आहे का हे शोधण्यासाठी आर्किमिडीजला सांगितले. चांदी ही सोन्यापेक्षा वजनाने हलकी असते हे आर्किमिडीजला ठाऊक होते. त्यामुळे मुकुट पूर्ण सोन्याचा असेल तर त्याचे आकारमान कमी भरेल. त्यामध्ये चांदी मिसळली असेल तर त्या प्रमाणात त्याचे वजन तेवढेच राहिले तरी आकारमान जास्त भरेल. मुकुट न मोडता त्याचे आकारमान कसे काढता येईल? असा विचार तो आपल्या मोरीतील पाण्याने भरलेल्या टबमध्ये बसून अंघोळ करताना करत होता. आपण टबमध्ये तरंगत असताना टबाबाहेर पाणी सांडते हे त्याच्या लक्षात आले. जितके आकारमान पाण्याखाला जाईल तेवढे पाणी दूर सारले जाईल आणि पाणी बाहेर सांडेल. हे लक्षात येताच तो तसाच उठून धावत 'युरेका, युरेका' असे ओरडत राजाकडे गेला. (युरेका या ग्रीक शब्दाचा अर्थ 'मला सापडले' असा आहे.) आर्किमिडीजने रत्ने आणि सोने यांचे सोनाराने सांगितले त्या प्रमाणात चोख सोने घेऊन वजन केले. मुकुटाचेही वजन केले. पाण्यामध्ये दोन्ही बुडवून बाजूला सारलेल्या पाण्याचे आकारमान काढले. त्या आकारमानांत फरक होता. सोने आणि चांदीचे प्रमाण घेऊन त्याने हाच प्रयोग करून मुकुटात किती सोने आणि चांदी वापरली आहे तेही शोधून काढले. सोनाराने सांगितल्याप्रमाणे मुकुट चोख सोन्याचा नव्हता हे विज्ञानाच्या साहाय्याने सिद्ध झाले.

तरंगणारे अंडे

नदीपेक्षा समुद्रात तरंगणे सोपे आहे की अवघड? अंड्याच्या साहाय्याने केलेला हा प्रयोग त्याचे शास्त्रीय उत्तर सांगेल.

साहित्य : ताजे अंडे, काचेचा उंच पेला, पाणी, मीठ, चमचा, एक लहान-एक मोठा गाजराचा तुकडा.

कृती :

१. पेल्यामध्ये अर्धे पाणी भरा आणि त्यात अंडे सोडा. ते तळाशी जाईल.
२. एक चमचा मीठ टाकून पाणी ढवळा. असे एक एक चमचा वाढवत राहा. अंडे पाण्यावर तरंगू लागेपर्यंत त्यामध्ये मीठ मिसळा.
३. आता पेल्यात थंड पाणी घालायचे आहे. पाणी घालताना मोठ्या चमच्याने ते पेल्याच्या काचेवरून सावकाश वाहत गेले पाहिजे. खालील भागातील खारट पाणी अजिबात हलता कामा नये. अशा पद्धतीने पाणी ओतल्यावर तळातील खारट पाणी आणि वरील साधे पाणी एकमेकांत मिसळत नाहीत. अंडे पेल्याच्या मध्यभागी खारट पाण्यावर तरंगत राहिल, आणि साध्या पाण्यात बुडलेले राहिल.
४. हाच प्रयोग गाजराचा लहान तुकडा, आणि मग मोठा तुकडा वापरून करून पाहा. दोन्ही वेळा अंड्याप्रमाणे गाजराचा तुकडाही मध्यभागी तरंगत राहिल.

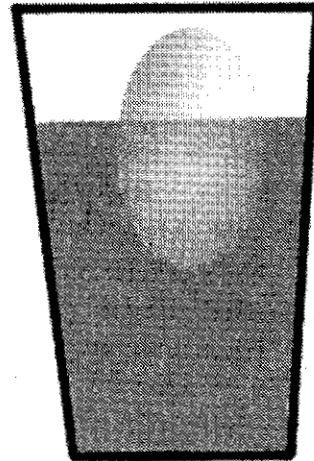
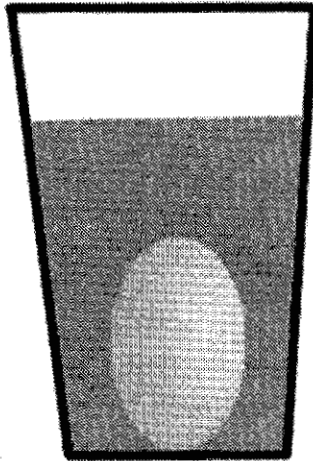
गाजराचा लहान अथवा मोठा तुकडा वापरला तरी त्याच्या तरंगण्यामध्ये काही फरक पडत नाही. पदार्थाचे तरंगणे अथवा बुडणे हे त्याच्या वजन आणि आकारमान यांच्या गुणोत्तरावर अवलंबून असते. या गुणोत्तराला 'घनता' (डेन्सिटी) असे

म्हणतात. पाण्याहून जास्त घनता असलेला पदार्थ पाण्यात बुडतो आणि कमी घनता असलेला पदार्थ पाण्यावर तरंगतो.

दोन एकसारख्या आकारमानाच्या हवाबंद, काचेच्या बरण्या पाण्याच्या टाकीमध्ये बुडाल्या आहेत. एकीमध्ये एक किलो तांदूळ आहेत आणि दुसरीत दोन किलो लोखंड आहे. यांतील यांतील कोणत्या बरणीवर पाण्याची उद्धरणशक्ती (बॉयॉन्सी) अधिक प्रमाणात कार्य करते?

उत्तर : दोन्ही बरण्या एकाच मापाच्या असल्यामुळे त्यांनी बाजूला सारलेल्या पाण्याचे आकारमान आणि वजन सारखेच आहे. पाण्याची उद्धरणशक्ती ही उत्सारलेल्या पाण्याच्या वजनाइतकी असते त्यामुळे या ठिकाणी दोन्ही बरण्यांवर सारखेच उद्धरणबल कार्य करत आहे. उद्धरणबल हे पदार्थाच्या आकारमानावर अवलंबून असते, वजनावर नव्हे. दोन्ही बाटल्यांचे आकारमान एकच आहे.

घनता हे परिमाण एकाच आकारमानाच्या वेगवेगळ्या पदार्थांच्या वजनाची तुलना करण्यासाठी वापरले जाते. दोन सारखे पेले घेतले, एक पाण्याने भरला आणि एक तेलाने भरला तर पाण्याच्या पेल्याचे वजन तेलाच्या पेल्यापेक्षा जास्त भरते. बर्फ पाण्यावर तरंगते, कारण बर्फाची घनता पाण्यापेक्षा कमी आहे. खारट पाण्याची घनता साध्या पाण्यापेक्षा जास्त आहे. गाजर आणि अंडे यांची घनता साध्या पाण्यापेक्षा किंचित जास्त आणि खाऱ्या पाण्यापेक्षा किंचित कमी आहे. म्हणून ते पेल्याच्या मध्यभागी राहाते. याच कारणामुळे नदीच्या साध्या पाण्यापेक्षा समुद्राच्या खारट पाण्यात तरंगणे अथवा पोहणे सोपे जाते.



पाण्याचे रंगीबेरंगी थर बनवायचेत?

घनता म्हणजे काय, हे नीट समजले तर रंगीत पाण्याचे थर निर्माण करून शोभेचा पेला बनवता येतो.

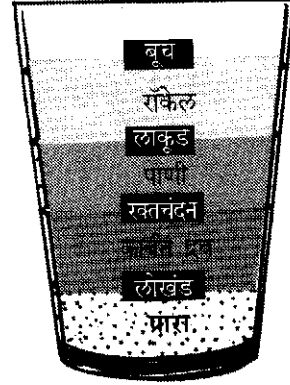
साहित्य : चार पेले, एक काचेचा उंच पेला, चमचा, गरम पाणी, थंड पाणी, मीठ, रंगपेटीतील चार जल रंग (हिरवा, पिवळा, लाल, निळा)

कृती :

१. दोन पेल्यांत थंड पाणी आणि दोन पेल्यांत गरम पाणी घाला.
२. एका गरम पेल्यात आणि एका थंड पेल्यात दोनदोन चमचे मीठ घालून ढवळा. प्रत्येक पेल्यात रंग टाकून ढवळा म्हणजे रंगामुळे पाणी पटकन ओळखता येईल.
३. उंच काचेच्या पेल्यात थंड खारट पाणी एक इंच उंचीपर्यंत सावकाश घालावे. त्यावरती साधे थंड पाणी घालायचे आहे. मोठ्या चमच्यात पाणी घेऊन ते पेल्याच्या कडेवरून ओघळत हळू घालावे. हवे तर पेला अगदी थोडा तिरका करावा. खालील पाणी अजिबात हलता कामा नये. याच प्रकाराने त्यावरती गरम खारट पाणी आणि शेवटी गरम साधे पाणी खालच्या थराला न हलवता घालायचे आहे. प्रत्येक पाण्याचा थर इंचभर जाडीचा असावा. पाण्याचे थर तसेच स्वतंत्र राहातात. रंगामुळे ते थर छान दिसतात.
४. वेगवेगळ्या तापमानाचे रंग घातलेले पाणी वापरून हाच प्रयोग करून पाहा.
५. एकाच तापमानाचे पण वेगवेगळ्या प्रमाणात मीठ घातलेले रंगीत पाणी वापरून प्रयोग करून पाहा.
६. हाच प्रयोग थोड्या वेगळ्या पद्धतीने करता येईल. पारा, कार्बन टेट्राक्लोराईड हा पाण्यासारखा दिसणारा जड द्रव, पाणी आणि रॉकेल याचे एका उंचीचे थर

एका उंच मोजपात्रात निर्माण करा. हे चारही द्रव एकमेकांत न मिसळणारे आहेत.

त्यामध्ये लोखंड, रक्तचंदनाचा तुकडा, लाकडाचा तुकडा आणि बूच टाकावे. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे एकाच वेळी अनेक घन आणि द्रव पदार्थांच्या 'घनता'ची तुलना करता येईल.



मीठ घातल्यावर पाण्याची घनता वाढते. तापमान वाढले की पाण्याची घनता कमी होते. दोन वेगळ्या घनतेचे द्रवपदार्थ पेल्यात सावकाश ओतले तर जास्त घनतेचा द्रव तळाशी जातो आणि कमी घनतेच्या द्रवाचा थर वरती राहतो. ज्या क्रमाने पहिल्या प्रयोगामध्ये पेल्यात द्रव ओतले आहेत त्या क्रमाने पाण्याची घनता कमी होत जाते. दुसऱ्या प्रयोगात चार द्रवांचे तसेच थर बनतात. त्यांत घातलेले घन पदार्थ कमी घनतेचे असले तर तरंगतात व द्रवापेक्षा जास्त घनता असली तर बुडतात. उदा. लोखंडाची घनता रॉकेल, पाणी आणि कार्बन टेट्राक्लोराईडहून जास्त आहे पण पाण्याहून कमी आहे.

लोखंड पाण्याहून खूपच जड आहे तरीही लोखंड वापरून बनवलेल्या आगबोटी, तेलवाहू जहाजे पाण्यावर तरंगतात. कारण आगबोटीचे आणि तेलवाहू जहाजांचे आकारमान वाढलेले असते. त्यांचा तळ पसरट असतो आणि सर्व जड वस्तू उदा. टाक्या, इंजिने, माल वगैरे सर्व तळात असते. बोटीमध्ये केबिन, खोल्या यांमध्ये भरपूर हवा असते. पसरट तळामुळे जास्त पाणी दूर सारले जाते आणि बोटी पाण्यावर तरंगतात. जड तळ असल्यामुळे बोटीचा गुरुत्वमध्य खाली राहतो आणि ती पाण्यावर समतोल राहते. बाहेरील बाजूला फिरणारे पंखे पाणी मागे ढकलतात आणि त्यामुळे बोट पुढे जाते.

पाणबुड्या या बूच लावलेल्या बाटलीप्रमाणे हवाबंद असतात. त्यामुळे त्या पाण्यावर तरंगतात. आतमध्ये भरपूर हवा असते. जेव्हा पाण्याखाली जायचे असते तेव्हा तळात असलेल्या टाक्यांच्या झडपा उघडून आत पाणी घेतले जाते. त्यामुळे आकारमान तेच राहून पाणबुडीचे वजन वाढते आणि ती बुडते. पुन्हा पृष्ठभागावरती यायचे असते तेव्हा पंप लावून टाकीतील पाणी बाहेर फेकले जाते आणि पाणबुडी हलकी होऊन वर येते.



अग्नीशिवाय रबरातून उष्णता?

उष्णता हा ऊर्जेचा एक प्रकार आहे. पुनःपुन्हा रबर ताणून उष्णता निर्माण करता येते.

साहित्य : रुंद रबराची पट्टी, (सायकलच्या रबरी नळीचा तुकडा अथवा कपड्यामध्ये वापरतात तशी रुंद पातळ इलॅस्टिक पट्टी)

कृती :

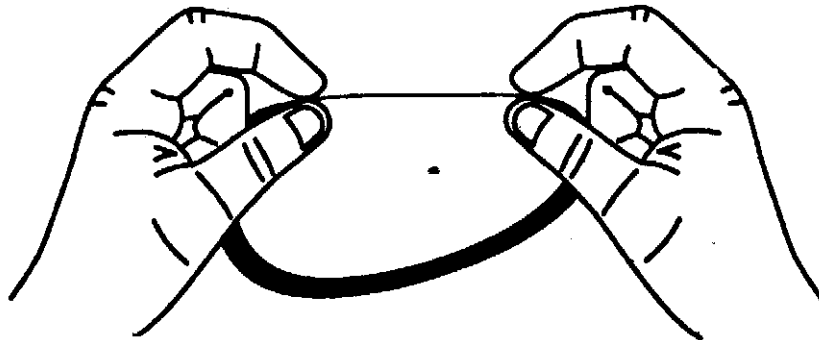
१. पट्टीचे तापमान समजण्यासाठी प्रथम ती कपाळावरती टेकवा. कपाळाची त्वचा संवेदनशील असते. तापमानातील सूक्ष्म बदल तेथील त्वचेला जाणवतात. आता ती थंड लागेल.
२. रबराच्या पट्टीची दोन टोके हातात धरून ताणा आणि परत पूर्वीस्थितीला आणा. असे चारपाच वेळा करा.
३. आता पट्टी कपाळावर टेकवा. पूर्वीपेक्षा ती गरम आहे हे समजून येईल.
४. हीच क्रिया आणखी काही वेळा करून पाहा. तापमान आणखी वाढलेले आढळेल.

दोन हात एकमेकांवर जोराने घासा. तळहात गरम झाल्याचे तुम्हांला जाणवेल. घासण्याच्या क्रियेमुळे उष्णता निर्माण झाली आहे.

ऊर्जा ही एका रूपातून दुसरीमध्ये बदलता येते. रबराची पट्टी ताणली जाते तेव्हा हाताची शक्ती त्यावर कार्य करते. रबराचे रेणू हे गोल गुंडाळीसारखे असतात. शक्ती लावली की हे रेणू गुंडाळी सरळ व्हावी तसे ताणले जातात. हात जवळ

उष्णता ही नेहमी गरम पदार्थाकडून थंड पदार्थाकडे जाते. या क्रियेला 'उष्णतेचे संक्रमण' म्हणतात (ट्रान्झिशन). ही क्रिया तीन प्रकारांनी होते. गरम पाण्याचा पेला हातात धरला तर पाण्यातील उष्णता, प्रथम पेल्यात मग हातात संक्रमित होते. चमच्याचे एक टोक विस्तवावर धरले तर थोड्याच वेळात दुसरे टोक उष्ण लागते. या पद्धतीला 'उष्णतेचे वहन' (कंडक्शन) म्हणतात. मेणबत्तीच्या ज्योतीवरती तळहात धरा. गरम हवा वर येत असलेली जाणवेल. पाणी गरम होत असताना त्यामध्ये शाईत बुडवलेला टीपकागद टाका. शाईचे निळे कण, तापमान वाढले की वर येताना दिसतील. आणि वरचे थंड पाणी खाली जाईल. प्रत्यक्ष गरम कणांचा प्रवास होऊन उष्णतेचे संक्रमण होते त्या प्रकाराला 'अभिसरण' (कन्व्हेक्शन) म्हणतात. लहरी अथवा किरणांच्या साहाय्याने उष्णता संक्रमित होते तेव्हा 'उत्सर्जन' (रेडिएशन) म्हटले जाते. सूर्यापासून पृथ्वीवर उष्णता पोचते ती 'उत्सर्जन' क्रियेमुळेच.

आणले की परत होते तसे गुंडाळी बनतात. लवचीकता हा रबराचा खास गुणधर्म आहे. गुंडाळी सरळ होते तेव्हा त्यामध्ये यांत्रिक ऊर्जा वापरली जाते (मेकॅनिकल एनर्जी). पूर्वीस्थितीला येते तेव्हा यांत्रिक ऊर्जेचे उष्णता या प्रकारात परिवर्तन होते आणि पट्टी गरम होते. हा बदल अगदी सूक्ष्म असतो. घासण्याच्या क्रियेमध्येही यांत्रिक ऊर्जेचे रूपांतर उष्णतेत होते.



सायकलचे ब्रेक लागतात तरी कसे?

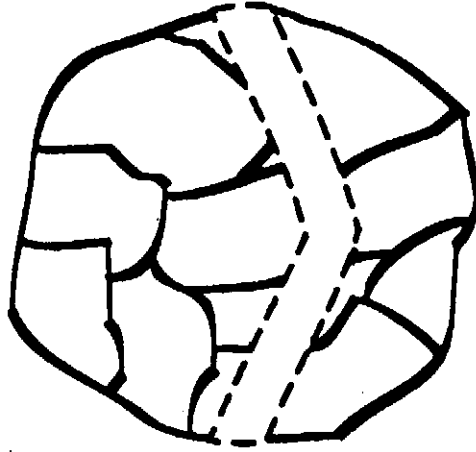
गती असताना पदार्थ एकमेकांवर घासले जातात, त्याला घर्षण म्हणतात. घर्षणाचा उपयोग करून पदार्थाची गती शून्यावर आणता येते.

साहित्य : अॅल्युमिनियमचा पातळ पत्रा (सिगरेटची चांदी अथवा चॉकलेटचे आवरण), दोरा, जाड सुई, तारेचा तुकडा.

कृती :

१. पत्रा चुरगाळून त्याचा गोटीएवढा चेंडू बनवा.
२. सुई वापरून या चेंडूवरती आत एक भोक पाडा आणि सुई फिरवून ते मोठे करा. भोक अर्ध्यापर्यंत पाडायचे आहे.

३. दुसऱ्या बाजूनेही तसेच भोक पाडायचे आहे. गोटीमध्ये भोक एकमेकांशी मिळायला हवीत आणि त्यांमध्ये आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे कोन व्हावा. या भोकामधून दोरा घालायचा आहे. भोक सरळ रेषेत नसल्यामुळे ते सोपे नाही. तारेचा तुकडा वाकवून अथवा बारीक चिमटा वापरून दोरा आरपार नेता येतो.
४. दोरीची दोन टोके दोन हातांत सैल उभी धरली तर गोटी दोरीवर सहजपणे वरखाली फिरू शकते. हात लांबवून दोरी ताठ केली तर गोटी चटकन थांबते. जणू चालत्या गोटीला गतिनिरोधक (ब्रेक) लावला आहे. दोरी ताठ धरूनही गोटी थांबली नाही तर आतला कोन कमी झाला आहे असे समजा.



एक वस्तू दुसरीवर फिरताना जो भाग एकमेकांच्या संपर्कात असतो त्या जागी गतीमुळे घर्षण होते. वस्तूचा पृष्ठभाग जितका गुळगुळीत आणि चिकटलेला भाग जितका कमी तितके घर्षण कमी म्हणून चाके नेहमी गोल अन् रस्ते गुळगुळीत असतात. खडबडीत पृष्ठभागावर घर्षण जास्त होते. यामुळेच कोणत्याही यंत्राच्या हलणाऱ्या भागांमध्ये तेल घालून घर्षण कमी केले जाते.

दोरी सरळ धरली की दोरीचे आणि तिरक्या कोनामुळे गोटीच्या अंतर्भागाचे घर्षण वाढते आणि ब्रेक लागतो. सायकल चालवताना हाताशी असलेला ब्रेक दाबला की तार खेचली जाते आणि तारेच्या दुसऱ्या टोकाशी असलेले रबरी तुकडे चालत्या चाकाच्या धातूच्या पट्टीवर घासले जातात. त्यांतील घर्षणामुळे सायकल थांबते. ब्रेक लावताना जास्त जोर लावला की घर्षण वाढते आणि तेवढ्या लवकर सायकल थांबते. भिंतीवर खिळा ठोकताना हातोड्याचा उपयोग करतात. हातोड्याने ठोके दिले की खिळ्याला हात लावून पाहा, गरम लागेल. हातोड्याच्या घावाची यांत्रिक शक्ती खिळा आणि भिंत यांतील घर्षणाविरुद्ध काम करते. या यांत्रिक शक्तीतील थोडा भाग उष्णतेत बदलतो आणि खिळा गरम होतो. जेव्हा अवकाशयान पृथ्वीबाहेरील निर्वात भागातून वातावरणात प्रवेश करते तेव्हा हवेच्या कणांशी घर्षण होऊन यानाचे तापमान बरेच वाढते.

नाण्यांची धक्काबुक्की

नाण्यांची ओळ करून एका बाजूच्या नाण्याला ढकला, ओळीतील शेवटचे नाणे पुढे झेप घेईल.

साहित्य : दहा नाणी किंवा कॅरमच्या सोंगट्या, काच अथवा टेबलाचा गुळगुळीत पृष्ठभाग.

कृती :

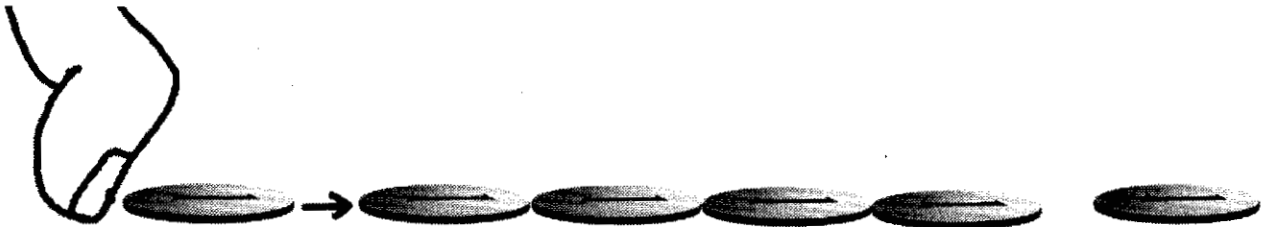
१. नऊ नाण्यांची आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे सरळ रेषेत ओळ बनवा.
२. दहावे नाणे या ओळीच्या एका टोकापासून थोड्या अंतरावर ठेवा. अंगठा आणि मधले बोट वापरून दहाव्या नाण्याला ओळीच्या शेवटच्या नाण्याच्या दिशेने सरळ रेषेत जोराने टिचकी मारून ढकला.
३. ओळीतील पहिले नाणे पुढे झेप घेईल.
४. दहावे नाणे ढकलताना टिचकीचा जोर कमीजास्त करून पाहा. त्या प्रमाणात नाणे पुढे जाते का?
५. आता आठ नाणी ओळीत ठेवा. दोन नाणी सरळ रेषेत ठेवून टिचकी मारा. काय फरक पडतो पाहा.
६. ठेवलेल्या नाण्यांपेक्षा मोठे अथवा लहान नाणे वापरून टिचकीने धक्का देऊन पाहा. प्रत्येक वेळी लावलेला जोर आणि पहिल्या नाण्याचे पुढे जाणे यांची तुलना करा. (उदा. पन्नास पैशांच्या नाण्यांची ओळ आणि २५ पैशाचे, १ रुपयाचे नाणे ढकलण्यासाठी वापरता येईल.)

योग्य मार्ग असेल तर ऊर्जेचे वहन करता येते. म्हणजे ऊर्जा एका बिंदूपासून दुसऱ्या बिंदूपाशी नेता येते. आपण टिचकी मारून नाणे ढकलताना बोटांच्या स्नायूंची ऊर्जा वापरतो. नवव्या नाण्यापासून पहिल्या नाण्यापर्यंत ऊर्जेचे वहन होते.

आपण जे अन्न खातो त्यातील घटकांमुळे स्नायूंना काम करायला ऊर्जा मिळते. सायकलचे पेडल मारताना ही स्नायूंची ऊर्जा खर्च होते आणि पेडल फिरतात. सायकलच्या साखळीच्या साहाय्याने ती ऊर्जा चाकापर्यंत पोचते, चाके फिरतात आणि सायकलला गती मिळते. जोराने पेडल फिरवले तर सायकलची गती वाढते. वाटेत दगड लागला तर चाकांची थोडी ऊर्जा दगडाला मिळते आणि सायकलचा वेग कमी होतो. अशा तऱ्हेने ऊर्जेचे वहन आणि परिवर्तन (स्नायूंची ऊर्जा चाकांच्या फिरण्यातून गतीमध्ये बदलणे) होते. कमीतकमी ऊर्जा वहनामध्ये खर्च व्हावी आणि जास्तीतजास्त योजलेल्या कामासाठी वापरली जावी म्हणून यंत्रे बनवली जातात.

आणि पुढे नाणे नसल्यामुळे गती मिळून नाणे पुढे झेप घेते. या वहनामध्ये फार थोडी ऊर्जा खर्च होते. जणू तुम्ही टिचकी मारल्यामुळे पहिलेच नाणे ढकलले आहे.

चेंडू जमिनीवर टप्पा घेऊन उंच उडवण्याचा खेळ नेहमीच खेळला जातो. चेंडू नुसता खाली टाकण्याऐवजी जोर देऊन आपटला तर हाताच्या स्नायूंची ऊर्जा चेंडूला जास्त गती देते. जमिनीवर आपटून उसळी घेताना त्याच प्रमाणात त्याची ऊर्जा वाढते आणि चेंडू अधिक उंच जातो. क्रिकेटच्या खेळात जलदगती गोलंदाज याच तंत्राचा उपयोग करतात. तसेच चेंडूला योग्य दिशेने बॅटने फटका देताना स्नायूंची जास्त ऊर्जा दिली की चेंडू सीमापार जातो. त्याहून जास्त दिली तर षट्कार मारता येतो.



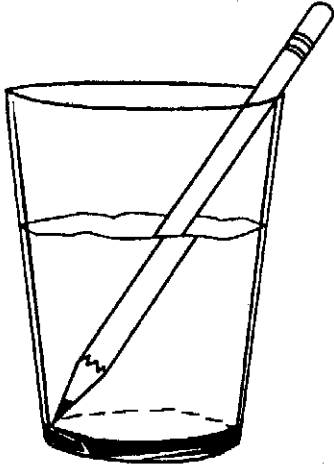
तुटलेली पेन्सिल पुन्हा अखखी बनवा!

अस्वलांना विज्ञानाची माहिती असते हे तुम्हांला ठाऊक आहे का? पाण्यात प्रत्यक्षात दिसतो त्या जागी मासा खरेतर नसतो, पण तरीही ती पाण्यातला मासा पकडू शकतात.

साहित्य : काचेचा पेला, पाणी, पेन्सिल.

कृती :

१. पेल्यामध्ये २/३ पाणी भरा.
२. त्यामध्ये आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे पेन्सिल तिरकी उभी करा.
३. पाण्याच्या पातळीपाशी पेन्सिल कशी दिसते याचे निरीक्षण करा. ती तुम्हांला मोडलेली आणि थोडी मोठी दिसेल. पाण्याबाहेर काढली तर सरळ दिसेल.



प्रकाश हा नेहमी सरळ रेषेत प्रवास करतो. जेव्हा तो एका माध्यमातून (पारदर्शक पदार्थातून) दुसऱ्या माध्यमात प्रवेश करतो तेव्हा माध्यम बदलणाऱ्या रेषेपाशी प्रकाशकिरणांची दिशा बदलते, तो वाकतो. याचे कारण प्रकाशाची गती प्रत्येक माध्यमात वेगळी असते. गतीतील बदलामुळे त्याची दिशा बदलते. या क्रियेला प्रकाशाचे वक्रीभवन असे म्हणतात. वरील प्रयोगात पाण्याच्या रेषेपाशी पेन्सिल मोडल्यासारखी दिसते. प्रत्यक्षात पेन्सिलीपासून येणारे प्रकाशकिरण डोळ्यांत शिरतात तेव्हा आपल्याला पेन्सिल दिसते. पेन्सिलीच्या वरील भागातून येणारे किरण हवेतून येतात तर खालील भागातून येणारे किरण पाण्यातून येतात. गतीतील फरकामुळे खालील किरण वक्र होऊन डोळ्यांकडे येतात. प्रत्यक्षात पेन्सिल मोडत नाही, तर येणारे प्रकाशकिरण वाकतात. आपल्याला प्रत्यक्ष पेन्सिल असते त्यापेक्षा किंचित सरकल्यासारखी दुसऱ्या जागी दिसते आणि डोळ्यांना ती मोडल्याचा भास होतो. तसेच पेल्याची गोल काच आणि पाणी यामुळे पेन्सिलीपासून येणारे किरण भिंगातून आल्यासारखे पसरतात आणि पेन्सिल मोठी दिसते.

जर अस्वल पाण्याखालचा मासा पकडू शकते तर याचा अर्थ असा होतो की, प्रकाशाचे वक्रीभवन होते आणि मासा दुसऱ्या जागी दिसला तरी प्रत्यक्षात नेमका कुठे आहे याचे अस्वलांना ज्ञान असते.

वाळवंटामध्ये 'मृगजळ' दिसते याचे कारण प्रकाशाचे वक्रीभवन हे आहे. आकाश निरभ्र असताना, वारा नसताना सूर्याच्या उष्णतेमुळे जमीन तापते. गरम आणि थंड हवेची घनता यांमध्ये फरक असल्यामुळे या हवेच्या थरांतून जाणाऱ्या प्रकाशकिरणांचे वक्रीभवन होते. आणि दूरवर दिसणारे झाड उलटे दिसते. गरम हवेचे कण वर जातात आणि थंड हवा खाली येते. त्यामुळे हे हवेचे थर हलतात आणि प्रतिमा हलते. डोळ्यांना त्या जागी पाणी आहे आणि त्यामधील झाडाचे प्रतिबिंब हलते आहे असा भास होतो.

उन्हाळ्यात डांबरी सडकेवर अशाच पद्धतीने पाणी वाहत असल्याचा भास होतो. प्रत्यक्षात ते आकाशाचे हलते प्रतिबिंब हवेच्या थरामुळे पडलेले असते. आणि प्रकाशाच्या वक्रीभवनामुळे आपल्याला दिसते.

पहाटे सूर्य उगवण्यापूर्वी काही मिनिटे आधी आपल्याला दिसतो, तसाच क्षितिजावर अस्त पावल्यावर काही वेळ दिसत राहतो. कारण हवा नसलेल्या अवकाशातून वातावरणातील हवेत येताना प्रकाशाचे वक्रीभवन होते. सूर्यकिरण वाकतात आणि सूर्योदयापूर्वी आपल्यापर्यंत पोचतात. तसेच सूर्यास्तानंतरही पोचतात. दिवसाही असे वक्रीभवन होते, पण क्षितिजावर असताना किरण जास्त तिरके असतात म्हणून वक्रीभवनाचे प्रमाण जास्त असते.

अदृश्य पेला

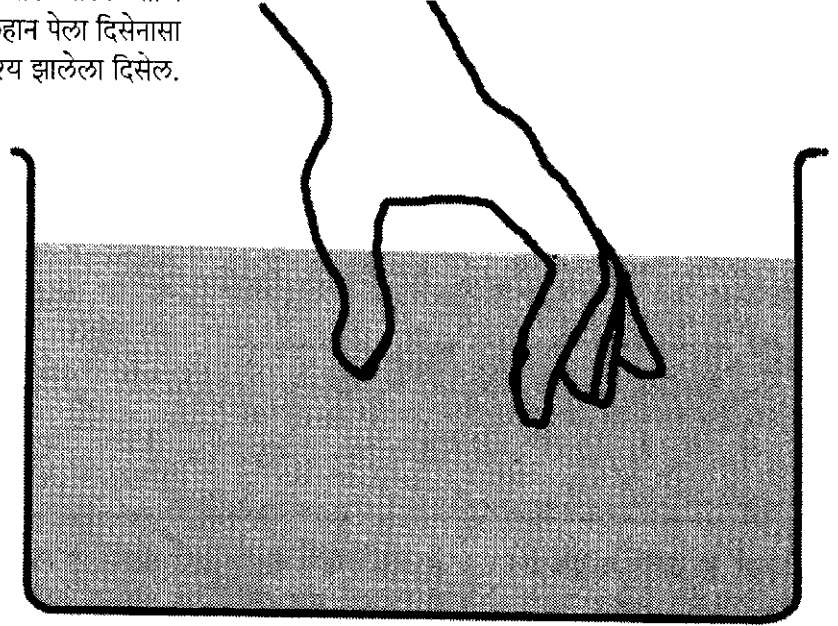
तेलाने भरलेल्या भांड्यामध्ये पाहिले तर आतमध्ये काहीच वस्तू दिसत नाही. पण हात घालून पेला बाहेर काढला की तो अदृश्य झाला होता हे कळून येते.

साहित्य : काचेचे रुंद भांडे, काचेचा लहान पेला, पाणी, तेल, फडके.

कृती :

१. भांड्यामध्ये छोटा पेला ठेवा आणि त्यामध्ये पूर्ण पाणी भरा.
२. भांड्याच्या बाजूने काचेतून पाहा. आतल्या पेल्याची कडा, आकार, जागा स्पष्ट दिसेल.
३. पाणी ओतून फडक्याने भांडे व पेला स्वच्छ पुसून कोरडा करा.
४. भांड्यामध्ये पेला पूर्ण बुडेल इतके तेल घाला आणि बाजूने नीट निरीक्षण करा. काचेचा लहान पेला दिसेनासा होईल. चारी बाजूने पाहा. पेला अदृश्य झालेला दिसेल.

काही माशांच्या डोळ्यामध्ये भिंग असते. त्यांच्या वरील बाजूला एक आणि खालील बाजूला दुसरी वक्रता असते. दोन भिंगांचा चष्मा असावा त्याप्रमाणे त्यांना वरील भागातून हवेतील वस्तू स्पष्ट दिसतात तर खालील भागातून पाण्यातील वस्तू स्पष्ट दिसतात. आपल्याला मात्र पाण्याखाली स्पष्ट दिसू शकत नाही, कारण आपल्या डोळ्यांची भिंगे ही निसर्गानेच फक्त हवेत पाहण्यासाठी योग्य अशी बनवली आहेत.



प्रकाशाचा वेग प्रत्येक माध्यमात वेगळा असतो आणि एका माध्यमातून दुसऱ्यात प्रवेश करताना प्रकाशाचे वक्रीभवन होते. पाण्याच्या भांड्यात काचेचा पेला ठेवला असताना पेल्याकडून येणारे प्रकाशकिरण पाण्यातून आणि मग काचेतून आपल्यापर्यंत पोचतात, तेव्हा वक्रीभवन होते. पेल्याच्या प्रत्येक कणाकडून वक्रीभवन होते आणि आपल्याला पेल्याची जागा, आकार स्पष्ट दिसतो. काचेतून आणि तेलातून जाताना प्रकाशाचा वेग एकच आहे. सर्व खनिजजन्य तेलांतून आणि खाद्यतेलातून प्रकाश काचेइतक्याच वेगाने जातो. त्यामुळे लहान पेल्याकडून आलेले प्रकाशकिरण वक्रीभवन न होता डोळ्यापर्यंत पोचतात आणि पेला अदृश्य होतो. एकाच वेगामुळे तेल आणि काच स्वतंत्र दिसू शकत नाहीत.

पाठशिवणीचा खेळ

आपला खेळ चांगला व्हावा म्हणून मुष्टियोद्धे आपल्या सावलीशी खेळून सराव करतात. नेहमीचा पाठशिवणीचा खेळ सावलीशी खेळून त्यात नावीन्य आणता येते.

साहित्य : सूर्यप्रकाश

कृती :

१. मुलांनी एकत्र येऊन कोणत्याही पद्धतीने एकावर राज्य घायचे आहे.
२. राज्य आलेल्याने 'साई सुट्यो' म्हणताच धावणाऱ्या इतर मुलांपैकी कोणाची तरी सावली पकडायची आहे. तो ज्याची सावली पकडेल त्याच्यावर पुढील राज्य येईल आणि हा खेळाडू होईल.
३. आपली सावली राज्य घेणाऱ्याने पकडू नये याची इतर खेळाडूंनी काळजी घेत पळायचे आहे. मुलांना न पकडता सावली पकडायची आहे हे राज्य घेणाऱ्याने लक्षात ठेवायचे आहे. सावलीऐवजी खेळाडूला पकडले तर शिक्षा म्हणून राज्य घेतलेल्याने त्याच जागी पाच आकडे मोजून मग पकडायला पळायचे आहे. म्हणजे इतरांना पळण्यासाठी जास्त वेळ मिळेल.
४. सावलीचा आकार आणि दिशा सूर्याच्या स्थानावर म्हणजे दिवसाच्या वेळेवर अवलंबून असते हे ध्यानात



ठेवून सूर्यकिरणांपासून दूर म्हणजे विरुद्ध दिशेने पळाले तर सावली पुढे पळते आणि पकडणे कठीण जाते. सकाळी आणि संध्याकाळी सावल्या लांब असतात हेही लक्षात असावे.

प्रकाश हा ऊर्जेचाच एक प्रकार आहे. तो कणांनी बनला आहे आणि तो लहरीच्या स्वरूपात आहे अशी दोन प्रकारची मते आहेत. प्रकाशाचे काही गुणधर्म सांगतात की तो कणरूप आहे, तर काही लहररूप आहे या मताला पुष्टी देतात. काही गुणधर्म दोन्ही प्रकारांनी स्पष्टीकरण देऊ शकतात. उदा. परावर्तन हा प्रकाशाचा गुणधर्म आहे. चेंडू फरशीवरून परत फिरतो तसे प्रकाशकण आरशावरून परावर्तित होतात. पाण्याची लाट किनाऱ्यावर अथवा पृष्ठभागावर आपटते आणि परत फिरते तशी प्रकाशलहर परावर्तित होते. त्याचे नक्की स्वरूप अजूनही स्पष्ट झाले नसले तरी प्रकाशाचे गुणधर्म अनेक प्रकारांनी सिद्ध करता येतात. काही पदार्थांतून प्रकाश आरपार जाऊ शकत नाही. प्रकाश-किरणांच्या वाटेत असे पदार्थ आले तर त्यांची सावली पडते. सावली नेहमी दोन मितीत असते. त्यामुळे सावलीचे अनेक प्रकारांनी खेळ करता येतात. रात्री दिव्याच्या प्रकाशात हाताचे विविध आकार करून भिंतीवर अनेक प्रकारांनी सावली पाडता येते. हातांची हालचाल केली की सावलीही हालचाल करते.

क्ष-किरण हे प्रकाशाचे एक विशिष्ट प्रकारचे किरण आहेत. ते रक्त, मांस यांतून आरपार जातात, पण हाडांतून मात्र आरपार जाऊ शकत नाहीत. त्यामुळे त्यांचा उपयोग करून शरीरातील आतल्या भागांचा 'फोटो' काढता येतो. वैद्यकशास्त्रात याचा नेहमीच उपयोग केला जातो.

ऊर्जेचे वस्तुमानाशी नाते तरी कोणते?

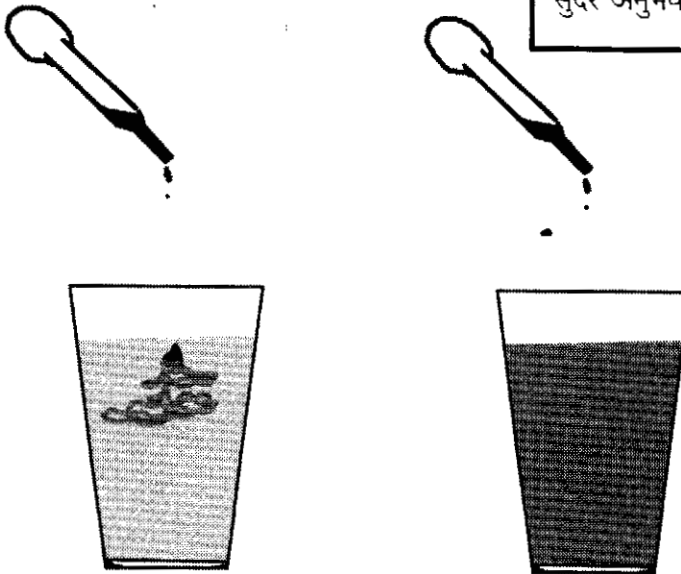
कृती :

एका पेल्यामध्ये प्यायच्या सोड्याची बाटली ओता आणि त्यामध्ये चारपाच मनुका टाका. बाटली उघडल्यावर दाब कमी होतो आणि सोड्यातील कर्बवायूचे (कार्बन डाय ऑक्साइड) लहान लहान बुडबुडे वर येऊ लागतात. मनुकांचा पृष्ठभाग सुकल्यामुळे खडबडीत असतो आणि त्यावर अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणात तेलकटपणा असतो. त्यामुळे हे बुडबुडे मनुकांना चिकटतात. त्यांच्या वर येण्याच्या दाबामुळे मनुका वर उचलल्या जातात आणि पाण्याच्या पृष्ठभागावर येतात. तिथे काही बुडबुडे फुटतात आणि वरच्या दिशेने पडलेला दाब कमी होतो. जड मनुका परत खाली जाते. पुन्हा खाली बुडबुडे चिकटले तर ती पुन्हा वर येऊ शकते. पाण्यापेक्षा जड असल्याने खाली जाणे आणि बुडबुड्याच्या दाबामुळे वर येणे ही क्रिया चालू राहाते.

कृती :

दोन पेल्यांमध्ये पाणी भरले आहे. स्पर्श न करता कोणत्या पेल्यातील पाणी गरम आहे वा थंड आहे हे कसे ओळखाल?

एक शाईचा थेंब दोन्ही पेल्यांत टाका. गरम पाण्यात पटकन मिसळून पाणी निळसर होईल. थंड पाण्यात हीच क्रिया सावकाश होईल. गरम पाण्याचे कण अधिक वेगाने फिरत असतात म्हणून असे घडते.



ऊर्जा आणि वस्तुमानाचे एकमेकांत रूपांतर करता येते हे विज्ञानाने सिद्ध झालेले आहे. संपूर्ण जिवंत माणसाचे ऊर्जेमध्ये रूपांतर करून वाटेतील सर्व अडथळे विनासायास पार करून एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी जाणे, तेही प्रकाशाशी तुलना करता येईल अशा वेगाने जाणे फक्त कल्पनेतच शक्य आहे. प्रत्यक्षात एका पेशीचे ऊर्जेत रूपांतर करून मग परत तिची जिवंत पेशी बनवणे हे अजून शक्य झालेले नाही. मानवी शरीरात कोट्यवधी जिवंत पेशी असतात आणि अत्यंत गुंतागुंतीच्या रचनेने त्या एकमेकींशी जोडलेल्या असतात. त्यामुळे अशी वाहतूक अशक्य आहे.

उष्णता नेहमीच गरम पदार्थाकडून थंड पदार्थाकडे वाहते. शेकोटीच्या ज्वालांजवळ हात नेले तर गरम ज्वालेतून उष्णता हातात येते. हातात बर्फ धरला तर हातातून गरम उष्णता थंड बर्फाच्या दिशेने जाते. हातांतील उष्णता शोषल्यामुळे बर्फ हातांत वितळतो आणि हात थंड होतात.

समुद्रकिनार्यावरील ओल्या वाळूवर दगड जोराने आडवा फेकला तर त्याच्या टप्पे पडलेल्या खुणा उमटतात. पहिला टप्पा लहान असतो आणि दुसरा त्याहून मोठा असतो. दगड पूर्ण थांबेपर्यंत अशाच क्रमाने खुणा उमटत जातात. वेगवेगळ्या पद्धतीने दगड फेकून यामध्ये बदल करता येतो का पाहा.

विशुद्ध कला आणि विज्ञान अत्यंत अद्भुतरम्य असते. त्यांचा प्रत्यय येणे हा जीवनातला सर्वांत सुंदर अनुभव आहे.

बर्फाची गंमत

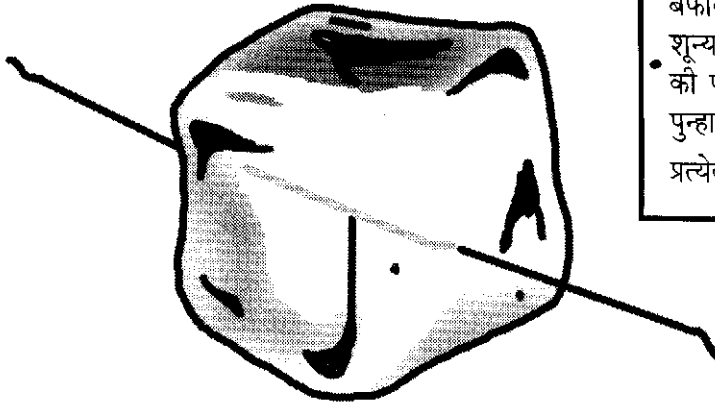
बर्फ लवकर वितळायला हवा असेल तर काय कराल? हे करण्यासाठी वेगवेगळ्या वस्तू वापरून पाहा.

साहित्य : बर्फाचे चौकोनी तुकडे, बशी, गडद रंगाचा कपडा व कागद, दोरी, मीठ, साधे टिपकागद, जाड तार.

कृती :

१. प्रत्येक मुलाला कागद, कपडा, बशी आणि एकसारखे बर्फाचे तुकडे द्या. प्रत्येकाने या बर्फाचे पाण्यात रूपांतर करायचे आहे. सर्वप्रथम कोण येतो ते पाहायचे आहे.
२. हे तुकडे फोडायचे नाहीत, तोंडात ठेवायचे नाहीत. काडेपेटी अथवा मेणबत्ती वापरून बाहेरून उष्णता घ्यायची नाही. फक्त गडद रंगाचा कागद व कपडा यांचे साहाय्य घेता येईल. शर्यत संपल्यावर प्रत्येकाने आपण काय काय युक्त्या वापरल्या ते सांगायचे आहे.
३. बशीमध्ये बर्फाचा तुकडा ठेवून त्यावर एक दोरी आडवी ठेवा, त्यावरती थोडे मीठ शिंपडा. थोडा वेळ थांबून दोरी उचला. बर्फाचा तुकडा दोरीने उचलता येईल.
४. बशीमध्ये ठेवलेल्या बर्फाच्या तुकड्यावर आडवी तार ठेवा आणि दोन्ही टोके सावकाश खाली खेचा. तार खाली जाईल आणि तारेवरील भागात पुन्हा बर्फ जमेल.

दोन प्लॅस्टिकच्या कपांत एकाच मापाने पाणी भरा. एका कपात चार चमचे मीठ घाला. रात्रभर हे कप फ्रीजमधील बर्फ बनवायच्या कप्प्यात ठेवा. सकाळी साध्या पाण्याचे बर्फ झालेले दिसेल. आणि मीठ घातलेले पाणी तसेच राहिल. मिठामुळे पाण्याचा गोठणबिंदू खाली जातो. त्यामुळे 0° सेल्शियस तापमानाला साध्या पाण्याचे बर्फ झाले तरी मिठाचे पाणी तसेच राहते. प्रत्येक द्रवाचा गोठणबिंदू वेगवेगळा असतो.



बर्फाच्या चुऱ्याचा चेंडू बनवताना, चुरा हाताने दाबला की दाबामुळे गोठणबिंदू खाली जातो. आणि हाताशी संपर्क असलेला बर्फ वितळून त्याचे पाणी बनते. दाब कमी केला की गोठणबिंदू पूर्ववत येतो आणि त्या पाण्याचे बर्फ बनते. अशा तऱ्हेने बर्फाच्या चुऱ्याला एकत्र ठेवणारे आवरण तयार होऊन त्याचा चेंडू बनतो.

घन, द्रव आणि वायू या पदार्थांच्या सामान्य स्थिती आहेत. सर्वसामान्य तापमानाला पाणी द्रवरूप असते. पाण्याचे तापमान 0° सें इतके झाले की पाण्याचा बर्फ बनतो. या तापमानाला 'पाण्याचा गोठणबिंदू' असे म्हणतात. बर्फाचे पाणी बनण्यासाठी उष्णतेची गरज असते. बर्फाचा तुकडा नुसता बशीत ठेवला तरी काही वेळाने त्याचे पाणी होते. हातात धरला तर हाताची उष्णता मिळून बर्फ लवकर वितळतो. हात एकमेकांवर घासून गरम केले आणि बर्फ हातात धरले तर तुकड्याला आणखी उष्णता मिळेल. कपड्यावर बर्फ घालून घर्षणाने उष्णता मिळवता येते. बर्फाचा तुकडा गडद रंगाच्या कागदात वा कपड्यात गुंडाळून सूर्यप्रकाश येईल अशा जागी ठेवला तर बर्फ लवकर वितळतो, कारण गडद रंग सूर्यप्रकाश जास्त प्रमाणात शोषून घेतात आणि ती उष्णता बर्फाला मिळते.

मीठ मिसळले तर बर्फाचा गोठणबिंदू 0° सें. तापमानाच्या खाली जातो. त्यामुळे बर्फाच्या तुकड्यावर दोरी आडवी ठेवून मीठ शिंपडल्यास वरील बर्फ वितळून पाणी बनते आणि दोरी खाली जाते. जास्त पाणी वितळले की मिठाचा द्राव सौम्य बनतो आणि गोठणबिंदू शून्याजवळ येतो. परत पाण्याचे बर्फ होते आणि दोरीने बर्फ उचलता येतो. बर्फावरती दाब दिला तरीसुद्धा बर्फाचा गोठणबिंदू शून्य तापमानाच्या खाली जातो. हाताने तार ओढली की पाणी वितळून तार खाली जाते. वरच्या पाण्याचे पुन्हा बर्फ होते आणि तार अडकते. प्रत्येक पदार्थाचा गोठणबिंदू वेगवेगळा असतो.

चुंबकीय आकर्षण

लोहचुंबक अथवा चुंबक (मॅग्नेट) लहान लहान वस्तू आकर्षून घेतो. टाचण्या, सुई, पिना, आकडे, चुंबकाच्या साहाय्याने उचलता येतात. कागद, गोट्या, प्लॅस्टिकची खेळणी, हलकी नाणी उचलता येत नाहीत. चुंबकाने पाण्याखाली असलेली टाचणी उचलता येते का?

साहित्य : दोन-तीन चुंबक, टाचण्या, कागद, दोरा, चिकटपट्टी, पाण्याचा पेला, काही धातूच्या (पिना, आकडे, सुया, नाणी...) वस्तू, काही अधातूच्या (कापड, खोड रबर, प्लॅस्टिक चेंडू, गोट्या...) वस्तू, वाळू भरलेले लहान पातेले.

कृती :

१. सर्व वस्तूंचे दोन भाग करा. ज्या वस्तू चुंबक आकर्षित करेल असे तुम्हांला वाटते त्यांचा एक भाग आणि उरलेल्या वस्तूंचा दुसरा भाग. प्रत्यक्ष चुंबक वस्तूच्या जवळ नेऊन तुमचा अंदाज पडताळून पाहा.
२. पेल्यात पाणी भरून त्यामध्ये टाचणी टाका. आता चुंबकाच्या साहाय्याने वरून ती उचलता येते का पाहा.
३. दोन छोटे पट्टीच्या आकाराचे चुंबक घ्या. एक तळहातावर ठेवा. दुसरा चुंबक दुसऱ्या हाताने तळहाताच्या मागच्या बाजूस धरा. हलकेच हात दूर करा. चुंबक जर शक्तिशाली असेल तर तसाच राहील. तळहात उभा धरला तरी ते हाताच्या दोन बाजूला चिकटून राहातील.
४. टाचण्याच्या ढिगांमध्ये चुंबकाचे टोक खुपसा. किती टाचण्या चुंबकाला चिकटू शकतात ती संख्या मोजा. कागदाच्या एका बाजूला चुंबक आणि दुसऱ्या बाजूला टाचण्या ठेवल्या तर या संख्येत बदल होतो का पाहा. हळूहळू मधल्या कागदांची संख्या वाढवत न्या. त्यासाठी कागद दुमडून वापरता येईल. किती कागद मधे वापले तर टाचणी चुंबकाला चिकटणार नाही? दोन-तीन चुंबक घेऊन टाचण्या चिकटवून पाहा. जास्त संख्येने टाचण्या चिकटतील तो चुंबक अधिक शक्तिमान आहे. अशा तऱ्हेने चुंबकाच्या आकर्षणशक्तीची तुलना करा.
५. तळहातावर टाचणी ठेवून हाताच्या पाठीमागे चुंबक ठेवा. मागून चुंबक फिरवाल तशी तळहातावर टाचणी फिरेल.

नैसर्गिक चुंबक म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या दगडामध्ये लोखंडाची खनिजे असतात. 'लोहकांत' नावाने ओळखले जाणारे हे दगड तीन हजार वर्षांपूर्वी दिशा ओळखण्यासाठी वापरले जात असत. साध्या दगडाप्रमाणे दिसणारे हे लोहकांत (मॅग्नेटाइट्स) दगड सर्व ठिकाणी सापडतात. पृथ्वी प्रथम वायूचा गोळा होती. हळूहळू थंड होताना घनरूप पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रामुळे मोठेमोठे खडक लोहचुंबक बनले. लोहकांत दगड हे त्यांचे तुकडे आहेत.

सर्वसाधारणपणे अधातूच्या वस्तू चुंबकाकडे आकर्षित होत नाहीत. चुंबकाकडे सर्वच धातू आकर्षित होतात असेही नाही. फक्त लोखंड, निकेल आणि कोबाल्ट हे तीन धातू आणि या धातूंच्या मिश्रणाने बनलेले मिश्रधातू (अॅलॉईज) चुंबकाकडे आकर्षित होतात. पोलाद (स्टील) हा लोखंडाचा मिश्रधातू आहे. पट्टीचा चुंबक (बार मॅग्नेट), घोड्याच्या नालेच्या आकाराचा चुंबक (हॉर्सशू मॅग्नेट) या धातूपासून बनवले जातात.

पट्टीचा चुंबक वा लोहकांत दगड दोन्याने बांधून टांगून ठेवला तर तो नेहमी उत्तर-दक्षिण या दिशेने स्थिर राहातो. चुंबकाच्या या गुणधर्माचा दिशा शोधण्यासाठी (होकायंत्रात) उपयोग करतात.

६. दोरीच्या एका टोकाला टाचणी बांधा. दुसरे टोक चिकटपट्टीच्या साहाय्याने टेबलाच्या कडेला चिकटवा. टाचणीजवळ चुंबक नेऊन हलवा. टाचणी हवेत नाच करू लागेल.
७. पातेल्यातील वाळूत टाचण्या लपवून ठेवा. चुंबकाच्या साहाय्याने त्या शोधून काढा.

जेव्हा वस्तुमान एका बिंदूपासून दुसऱ्या बिंदूपर्यंत प्रवास करते तेव्हा विज्ञानाच्या भाषेत 'कार्य' (वर्क) केले जाते. लोकचुंबक 'कार्य' करू शकतो. टेबलावर एक चुंबक ठेवा आणि त्यापासून दोन सें.मी. अंतरावर एक लोखंडाचा लहान गोळा ठेवा. गोळ्यावरचा हात उचलताच तो लोहचुंबकाच्या दिशेने खेचला जाईल आणि त्याला चिकटेल. इथे चुंबकीय ऊर्जेचे यांत्रिक ऊर्जेत रूपांतर होते.

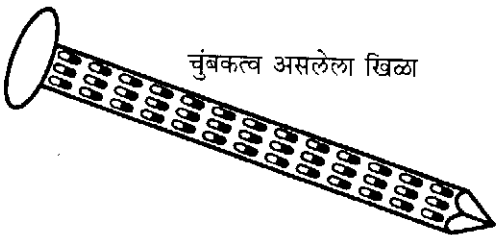
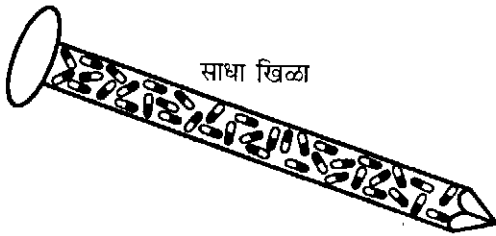
लोहचुंबक बनवा एखाद्या साध्या खिळ्यापासून!

एक चुंबक वापरून कुठल्याही साध्या लोखंडी खिळ्याचे चुंबकात रूपांतर करता येते.

साहित्य : शक्तिशाली चुंबक, लोखंडी खिळा, टाचण्या.

कृती :

१. प्रथम लोखंडी खिळ्याजवळ टाचण्या नेऊन त्यामध्ये चुंबकत्व नाही याची खात्री करून घ्या. चुंबकत्व नसेल तर टाचण्या खिळ्याला चिकटणार नाही.
२. खिळ्याच्या एका टोकापाशी चुंबक धरा. खिळा चुंबकाला चिकटेल. आता खिळ्याच्या दुसऱ्या टोकापाशी टाचणी धरली तर ती खिळ्याला चिकटेल. खिळ्यामध्ये चुंबकामुळे तात्पुरते चुंबकत्व निर्माण झाले आहे. खिळा चुंबकापासून दूर न्या. टाचणी खाली पडेल, म्हणजे चुंबकत्व नाहीसे झाले आहे. अशा पद्धतीने चुंबकत्व येते त्याला 'प्रवर्तन' (इंडक्शन) असे म्हणतात. चुंबक दूर नेल्यावर प्रवर्तित चुंबकत्व (इंड्यूस्ड मॅग्नेटिझम) नाहीसे होते.
३. एका हातात खिळा धरून दुसऱ्या हाताने चुंबकाचा एक ध्रुव खिळ्यावरून एका दिशेने घासत न्या. चुंबक खिळ्याच्या दुसऱ्या टोकापाशी पोचला की चुंबक उचलून पहिल्या टोकाला आणा. असे एकाच दिशेने दहा बारा वेळा चुंबक घासत न्या. उलटसुलट दिशेने घासत राहिले तर चुंबक बनणार नाही.
४. आता चुंबक दूर ठेवा आणि खिळ्याजवळ टाचण्या नेऊन पाहा. त्या खिळ्याला चिकटतील. अशा पद्धतीने आणखी घासत राहिले तर खिळ्याचे चुंबकत्व वाढेल आणि जास्त टाचण्या चिकटवता येतील.



५. आणखी थोडा वेळ घासून शक्ती वाढते का पाहा. मूळ चुंबकाइतक्या टाचण्या हा तयार झालेला खिळ्याचा चुंबक उचलू शकतो का? चार तासांनी, दुसऱ्या दिवशी पुन्हा टाचण्या चिकटवा आणि पाहा. खिळ्यामध्ये तयार झालेले चुंबकत्व किती काळ टिकते याची नोंद करा.

चुंबकाचे कापून दोन तुकडे केले तर प्रत्येक तुकडा स्वतंत्र चुंबक असतो. ज्या ठिकाणी कापले आहे तिथे दोन चुंबकीय ध्रुव तयार होतात. याच पद्धतीने चुंबकाचे लहान लहान तुकडे करत गेले तर प्रत्येक तुकडा स्वतंत्र चुंबक बनतो. प्रत्यक्षात चुंबकाचा प्रत्येक अणू हा अत्यंत सूक्ष्म चुंबक असतो.

साध्या खिळ्यामधील अणुरचना ही आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे कोणत्याही दिशेने विखुरलेली असते. सर्व दिशांना चुंबकाचे ध्रुव पसरले असल्यामुळे खिळ्याचे एकूण चुंबकत्व शून्य होते. चुंबक एका दिशेने घासल्यामुळे खिळ्यातील अणू ओळीमध्ये मांडले जातात. जणू वेडीवाकडी कशीही उभी असलेली माणसे ओळीमध्ये शिस्तबद्ध उभी आहेत. त्यामुळे सर्व अणुचुंबकांच्या शक्तीची बेरीज होते आणि चुंबक बनतो. (आकृती पाहा.)

लोखंडाचे दोन प्रकार चुंबकत्वाच्या संदर्भात महत्त्वाचे आहेत. मऊ लोखंड (सॉफ्ट आयर्न) आणि पोलाद (स्टील). मऊ लोखंड सहजपणे चुंबक बनू शकते. चुंबक जवळ आणला तरी त्यामध्ये प्रवर्तित चुंबकत्व येते. तितक्याच सहजपणे मऊ लोखंडाचे चुंबकत्व नष्ट पावते. अणूंना एका रेषेत आणणे वा परत विखुरणे सहजपणे होते. पोलादामध्ये चुंबकत्व निर्माण करण्यासाठी अधिक ऊर्जा लागते, पण निर्माण झालेले चुंबकत्व पोलादामध्ये दीर्घकाळ टिकते. चुंबक तापवला असता किंवा त्यावर हातोड्याने आघात केले, खाली टाकत राहिले तर त्याचे चुंबकत्व नाहीसे होते. विशिष्ट पद्धतीने ठेवले तर चुंबक दीर्घकाळ टिकतात. पट्टीचुंबक नेहमी जोडीने, विरुद्ध ध्रुव एकमेकांजवळ, मधे लहानसा लाकडी तुकडा ठेवून बंदिस्त डबीत ठेवतात. नालाच्या आकाराचे चुंबक मधे लहानसा मऊ लोखंडाचा तुकडा घालून ठेवतात.

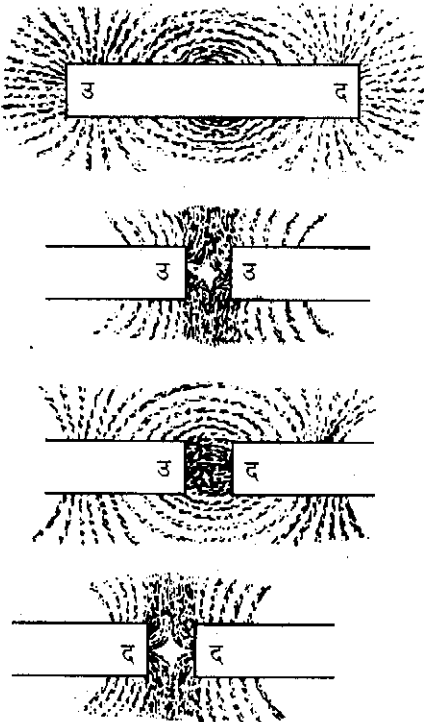
कागदावर चुंबकीय आकृतिबंध बनवू या

चुंबकाभोवती अदृश्य चुंबकीय क्षेत्र असते. हे क्षेत्र कसे आहे ते लोखंडाचा बारीक कीस वापरून पाहता येते.

साहित्य : दोन पट्टीचे चुंबक, काच किंवा जाड पारदर्शक प्लॅस्टिकचा मोठा तुकडा, लोखंडाचा कीस. (भांडी घासण्यासाठी अगदी बारीक तारेचा गोळा वापरतात, त्याचे कात्रीने बारीक तुकडे करून वापरले तरी चालेल.)

कृती :

- पातळ काच अथवा जाड प्लॅस्टिकचा कागद चुंबकावर ठेवा आणि लोखंडाचा कीस त्यावर चिमटीत घेऊन शिंपडा हे किसाचे तुकडे डोळ्यात जाऊ नयेत याची खबरदारी घ्या.
- चुंबक काचेवर अथवा कागदावर ठेवून कीस शिंपडला तरी चालेल. हलक्या हाताने काचेला टिचक्या मारा. आकृती क्रमांक एकमध्ये दाखवल्याप्रमाणे किसाच्या रेषा तयार होतील.
- दोन चुंबक वापरून हीच कृती करा. प्रथम चुंबकांचे विरुद्ध ध्रुव एकमेकांजवळ ठेवा. मग दोन उत्तर ध्रुव आणि त्यानंतर दोन दक्षिण ध्रुव एकमेकांजवळ ठेवून अशाच पद्धतीने चुंबकीय क्षेत्राच्या रेषा कशा आहेत ते पाहा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे लोखंडाच्या किसाचे आकृतिबंध तयार झालेले दिसतील.



- चुंबकाला लोखंडाच्या किसामध्ये बुडवून पाहा. घोळवून पाहा. चुंबकाच्या कडांना कीस मोठ्या प्रमाणात चिकटलेला दिसेल, तर मधल्या भागात कमी प्रमाणात चिकटेल. याचा अर्थ असा की, चुंबकीय शक्ती चुंबकाच्या टोकांपाशी एकवटलेली असते. मध्यभागात तुलनेने खूप कमी असते. या टोकांनाच 'चुंबकीय ध्रुव' असे म्हणतात.

उ

द

एक पट्टी चुंबक दोरीने टांगून ठेवा. तो उत्तर-दक्षिण दिशेने स्थिर राहील. दुसरा पट्टीचुंबक या चुंबकध्रुवाजवळ आणा. एका बाजूला ते चिकटले जातील, तर दुसरी बाजू जवळ नेल्यास टांगलेला चुंबक दूर जाईल. टांगलेल्या चुंबकाच्या दुसऱ्या ध्रुवाजवळ हीच कृती करून पाहा. जेव्हा उत्तर आणि दक्षिण ध्रुव जवळ येतात तेव्हा ते आकर्षिते जातात. दक्षिण-दक्षिण अथवा उत्तर-उत्तर ध्रुव जवळ आणले जातात तेव्हा ते एकमेकांपासून दूर जातात, त्याला अपसरण असे म्हणतात.

विषम ध्रुव आकर्षण आणि समध्रुव अपसरण हा चुंबकाचा गुणधर्म आहे.

चुंबकाच्या आजूबाजूच्या अवकाशाला 'चुंबकीय क्षेत्र' असे म्हणतात. या भागामध्ये चुंबकीय शक्ती कार्य करू शकते. लोखंडाच्या किसाचे आकृतिबंध चुंबकक्षेत्र कसे विखुरले आहे याची कल्पना देते. हे क्षेत्र रेषेच्या स्वरूपात असते. दोन विषम ध्रुव जवळ आणले तर या रेषा ध्रुवांना जोडतात. दोन सम ध्रुव जवळ आणले तर या रेषांचे अपसरण होते हे आकृतीमध्ये पाहता येते. या रेषाकृतींना 'चुंबकीय विकर्ष रेषा' (मॅग्नेटिक लाइन्स ऑफ फोर्स) असे म्हणतात.

एक पट्टी हातात दिली तर ती चुंबक आहे का नाही, असल्यास तिचे ध्रुव कसे ओळखाल?

पट्टीचुंबक घेऊन दिलेल्या पट्टीजवळ आणा. ती साधी पट्टी असेल तर चुंबकाच्या दोन्ही बाजूंना चिकटेल. चुंबक असेल तर एका बाजूला चिकटेल आणि दुसऱ्या बाजूला प्रयत्न केला तरी चिकटणार नाही. चुंबकाच्या ध्रुवावरून दिलेल्या पट्टीचे ध्रुव सहज ओळखता येतात. सम ध्रुव आकर्षित होतात तर विषम ध्रुवांचे अपसरण होते.

अपसरण ही चुंबकत्वाची खरी कसोटी मानतात.

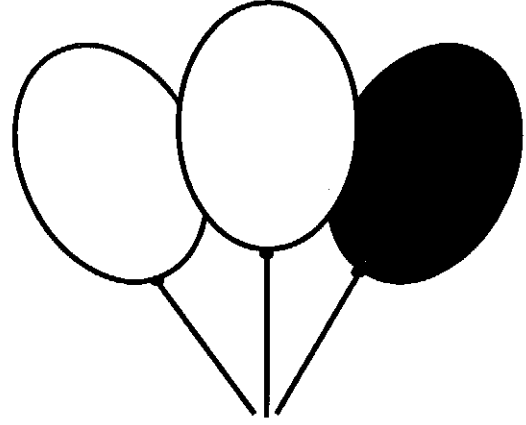
भांडणाच्या फुग्यांना बनवा मित्र!

प्लॅस्टिकच्या चटईवर पाय घासले आणि दरवाजाच्या कडीला हात लावला तर झुरमुर्ल्यासारखा स्पर्श जाणवतो. ही स्थिर विद्युत (स्टॅटिक इलेक्ट्रिसिटी) आहे. फुग्यांचे खेळ करून तिचा अभ्यास करा.

साहित्य : फुगे, रेशमी, नायलॉन अथवा लोकरीचा कपडा, दोरा, कात्री, चिकटपट्टी.

कृती :

१. तीनचार फुगे फुगवून दोन्याने तोंड बांधून ठेवा. वरीलपैकी कोणत्याही कपड्यावर या फुग्याने घासले असता फुग्यावर विद्युत्भार निर्माण होतो.
२. दोन साधे फुगे एकमेकांजवळ टांगून ठेवा. ते तसेच राहतील. त्यातील एक फुगा विद्युत्भारित करून पाहा. दुसरा फुगा त्या फुग्याजवळ खेचला जाईल. आता दुसऱ्याही फुग्याला कपड्यावर घासून विद्युत्भारित करा आणि दोन्ही फुगे जवळ आणा. ते एकमेकांपासून दूर जातील.
३. एक फुगा विद्युत्भारित करून भिंतीला नुसता स्पर्श करा आणि हात बाजूला न्या. फुगा भिंतीला तसाच चिकटलेला राहील. किती वेळ फुगा त्या अवस्थेत राहतो ते पाहा.



४. एका विद्युत्भारित फुग्याला ३० ते ४० सें.मी. लांबीचा दोरा बांधून त्याचे दुसरे टोक चिकटपट्टीच्या साहाय्याने टेबलाला चिकटवा. फुगा हवेत तरंगत राहील. आता तुमच्या हाताला फुग्याजवळ न्या. प्रत्यक्ष स्पर्श करायचा नाही. फुगा हाताजवळ खेचला जाईल. हात जवळ ठेवून तुम्ही जसा तो हलवाला तसा फुगाही हवेत नाच करेल.
५. एक १५ ते २० सें.मी. लांबीचा दोरा घेऊन त्याचे एक टोक चिकटपट्टी वापरून टेबलाच्या पृष्ठभागावर चिकटवा. विद्युत्भारित फुगा दोन्याजवळ नेला की दोरा फुग्याजवळ यायचा प्रयत्न करील. थोड्या सरावाने दोरा टेबलावर उभा करता येईल. फुग्याच्या विशिष्ट हालचाली करून दोन्याचा नाच पाहा.

सर्व पदार्थांचे अणू आणखी सूक्ष्म अशा तीन कणांनी बनलेले असतात. प्रोटॉन हे धनभारित (पॉझिटिव्ह) कण, न्यूट्रॉन हे भाररहित (अन् चार्ज्ड) कण एकत्रितपणे अणूच्या केंद्रभागी असतात तर इलेक्ट्रॉन्स हे ऋणभारित (निगेटिव्ह) कण अणुकेंद्रकाच्या (न्युक्लियस) भोवती वर्तुळाकार कक्षेत वेगाने फिरत असतात. काही पदार्थांत इलेक्ट्रॉन एका अणूतून दुसऱ्या अणूत सहजपणे फिरू शकतात. प्रत्येक अणूमध्ये प्रोटॉन आणि इलेक्ट्रॉन यांची संख्या सारखीच असते, म्हणून अणू आणि त्यामुळे पदार्थ हे भाररहित असतात.

जेव्हा रबरी फुगा रेशमी अथवा नायलॉन कपड्यावर घासला जातो तेव्हा कपड्यातील इलेक्ट्रॉन्स फुग्याच्या पृष्ठभागावर येतात आणि फुगा ऋणभारित होतो; कारण आता फुग्यामध्ये इलेक्ट्रॉन्सची संख्या प्रोटॉन्सपेक्षा जास्त आहे. असे दोन फुगे जेव्हा एकमेकांजवळ आणले जातात तेव्हा ते एकमेकांना दूर ढकलतात. याला 'अपसरण' (रिपल्शन) असे म्हणतात. चुंबकीय ध्रुवाप्रमाणे दोन समान विद्युत्भारांमध्ये अपसरण होते. आणि दोन विषम विद्युत्भार एकमेकांना आकर्षित (अॅट्रॅक्शन) करतात. विद्युत्भारित फुग्याजवळ साधा फुगा आणला तरी तो आकर्षिला जातो. भिंतीजवळ विद्युत्भारित फुगा चिकटवला तर त्यावरचे इलेक्ट्रॉन्स भिंतीवरील ऋणभाराला दूर ढकलतात. त्यामुळे स्पर्श झालेला भाग धनभारित होतो. या क्रियेला 'प्रवर्तन' (इंडक्शन) असे म्हणतात. विषमभार आकर्षण, या तत्वामुळे फुगा भिंतीला चिकटतो. थोड्या वेळाने इलेक्ट्रॉन्स हवेत विरतात आणि फुगा पडतो. दोरा, तळहात यांमध्येही हीच क्रिया घडते. थंड, कोरड्या हवेत स्थिर विद्युत सहज निर्माण होते. आर्द्र हवेत पाण्याचे प्रमाण जास्त असते त्यामुळे तुलनेने विद्युत्भार पटकन हवेत विरतात आणि फुगा लवकर पडतो.

कंगव्याची वैज्ञानिक करामत

केस विंचरायची प्लॅस्टिकची फणी अथवा कंगवा जर रेशमी कपड्यावर घासला तर स्थिर विद्युत तयार होते. फुग्याप्रमाणे फणीनेही अनेक गमती करता येतात.

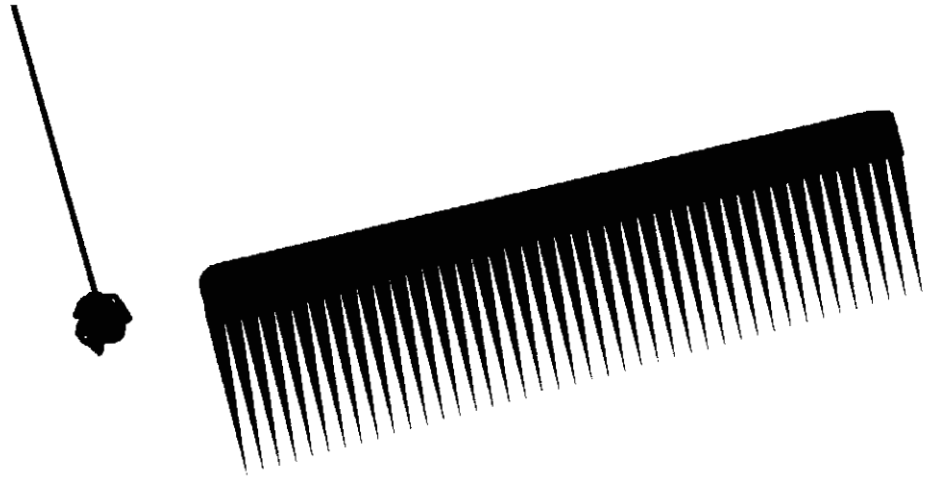
साहित्य : फणी, नायलॉन, रेशमी अथवा लोकरी कपडा, पातळ कागद, मीठ, मिरिपावडर, दोरा, पाणी, नळ, फुगा.

कृती :

१. कपडा घेऊन फणीवरती जोराने घासा, किंवा कोरड्या केसांमधून फणी जोराने फिरवा. फणीवर विद्युत्भार निर्माण होईल.
२. कागदाचे लहानलहान कपटे करा आणि त्यावर विद्युत्भारित फणी धरा. कपटे उड्या मारून फणीला चिकटतील.
३. एका बशीत मीठ आणि मिरपूड मिसळून ठेवा. विद्युत्भारित फणी बशीवर जवळ धरा. मिरपुडीचे कण उडून फणीला येऊन चिकटतील. आणि काही वेळाने पुन्हा पडतील. मीठ तसेच बशीत राहिल. विद्युत्भारित फणीच्या साहाय्याने मीठ आणि मिरपूड वेगळी करा.
४. पातळ कागदाचा बोळा करून दोरीला टांगून ठेवा. विद्युत्भारित फणी जवळ नेऊन हलवली तर कागदाचा बोळा नाच करेल.
५. नळाची धार अगदी बारीक पडेल असा नळ फिरवा. धारेजवळ विद्युत्भारित फणी नेली तर धार आकर्षली जाते आणि वाकडी होते. फणीवरचा भार जास्त असेल तर धारेची दिशा पूर्ण बदलता येते.

फणी कपड्यावर घासली किंवा केसामध्ये जोरजोराने फणीने विंचरले की त्यावर कपड्यावरील ऋणभारित इलेक्ट्रॉन्स पसरतात. जवळ आणलेल्या वरील वस्तू आकर्षित होतात. विद्युत्भारित वस्तू जवळ आणली तर समभार अपसरण, विषमभार आकर्षण हा गुणधर्म पाळला जातो. कागदांचे कपटे, मिरपूड हे हलके असल्याने उड्या मारून चिकटतात. बोळा, फुगा देखील जवळ येतात. प्रत्येक वेळी पदार्थातील इलेक्ट्रॉन्सचे अपसरण होते आणि पदार्थ धनभारित होतो. फणीला चिकटतो. थोडा वेळ गेला की विद्युत्भार हवेत मिसळतात आणि चिकटलेली वस्तू दूर जाते. मग पुन्हा आकर्षली जाते. विशेषतः मिरपुडीच्या बाबतीत ही कृती पुनःपुन्हा झालेली पाहता येते. पाण्याचे रेणू हे ध्रुवीय आहेत. त्यामध्ये दोन हैड्रोजनचे आणि एक प्राणवायूचा अणू असतो. त्यामुळे एका बाजूला धनभार आणि दुसऱ्या बाजूला ऋणभार असा ध्रुवीय रेणू बनतो. पाण्याचे रेणू एकमेकांना चिकटलेले असतात. जेव्हा ऋणभारित फणी पाण्याच्या बारीक धारेजवळ नेली जाते तेव्हा पाण्याच्या रेणूंची धनभारित बाजू आकर्षित होते आणि धारेची दिशा बदलते.

६. फणी आणि फुगा कपड्यावर घासून एकमेकांजवळ आणा. फुगा दूर जाईल. याच फुग्यावर विद्युत्भार नसेल तर तो जवळ येईल.



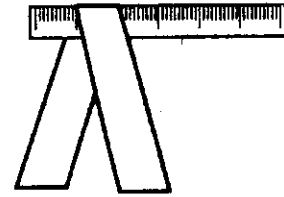
घरीच विद्युत्दर्शक बनवायचाय?

फुगा अथवा फणी यावर स्थिरविद्युत् निर्माण झाली आहे हे कसे ओळखाल? विद्युत्भार धन आहे की ऋण आहे हे कसे शोधता येईल? साधा विद्युत्दर्शक (इलेक्ट्रोस्कोप) तुम्हीच बनवा आणि पाहा.

साहित्य : काचेची बाटली (बाटलीचे झाकण बुचाचे वा रबरी हवे), तांब्याची तार, अॅल्युमिनियमचा पातळ पत्रा (चॉकलेटची चांदी किंवा जेवण गरम ठेवण्यासाठी वापरतात तो), कात्री, जाड सुई, फुगा, फणी, रेशमी अथवा लोकरी कपडा, पट्टी, कागद.

कृती :

१. २० सें.मी. लांबीची तांब्याची तार घ्या आणि त्यावरचे वीजरोधक प्लॅस्टिकचे आवरण काढून टाका.
२. जाड सुईने बाटलीच्या बुचावरती एक भोक आरपार पाडा आणि त्यातून तांब्याची तार घाला. भोक जेमतेम तार जावी इतकेच रुंद असावे.
३. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे तार वाकवून ताठ हूक बनवा. अॅल्युमिनियमच्या पत्र्याची अर्ध्या सें.मी. जाडीची पट्टी कापून घ्या. ती मधोमध दुमडून थोडी विलग करून त्या हुकावर अडकवा. तारेला पट्टीने पूर्ण रुंदीत स्पर्श करावा.
४. आता सावकाश बूच बाटलीवर बसवा. बाटली आतून पूर्ण कोरडी हवी. नाहीतर विद्युत्दर्शक काम करत नाही.
५. उरलेल्या पत्र्याचा एक लहानसा गोळा बनवा आणि तो तारेच्या बाहेरच्या बाजूला टोकावर अडकवा. विद्युत्भार टोकदार वस्तूपासून पटकन हवेत विरून जातात. गोळ्यामुळे विद्युत्भार बराच काळ पट्टीवर टिकून राहतो.
६. कपड्यावर घासून फुगा अथवा फणी विद्युत्भारित करा आणि त्या वस्तूने विद्युत्दर्शकावरील गोळ्याला स्पर्श करा. काय होते ते पाहा. दोन्ही पट्ट्या विलग होतील. त्यामधील कोन वाढेल. आता गोळ्याला बोटाने स्पर्श करा. विलग झालेल्या पट्ट्या परत पूर्वस्थितीला येतील.



अडीच हजार वर्षांपूर्वी ग्रीक लोकांना स्थिर विद्युत्शक्ती ठाऊक होती. झाडाचा घट्ट चीक घेऊन त्याचा गोळा केला आणि लोकरी कपड्यावर घासला तर तो धूळ, कचरा, कपटे गोळा करतो हे त्यांना ठाऊक होते. विजेसाठी वापरला जाणारा शब्द 'इलेक्ट्रिसिटी' हा ग्रीक शब्द इलेक्ट्रॉन म्हणजे वनस्पतीच्या चिकाचा घट्ट गोळा यावरून आला आहे.

७. पातळ कागदाची पट्टी करून साध्या मोजपट्टीवर दुमडून ठेवली तर विद्युत्दर्शक बनतो. विद्युत्भारित फुग्याने पट्टीला स्पर्श करून पाहा. कागदाच्या पट्ट्या विलग होतील.

आपण तयार केलेला विद्युत्दर्शक कसे कार्य करतो? जेव्हा विद्युत्भारित वस्तू गोळ्याला स्पर्श करते तेव्हा त्यावरील भार हा गोळ्यातून तांब्याच्या तारेत आणि मग पट्टीच्या दोन्ही भागांवर पसरतो. पट्टीची दोन्ही टोके एकाच भारामुळे एकमेकांपासून दूर जातात. समभार-अपसरण तत्त्वाप्रमाणे विलग होतात. गोळ्याला स्पर्श केला की भार हातातून जमिनीत जातो आणि पट्ट्या पूर्वस्थितीत येतात.

आता विद्युत्भार ऋण आहे की धन आहे हे आपल्याला ओळखायचे आहे. प्रथम फणी कपड्यावर घासून ऋणभारित बनवा आणि गोळ्याला स्पर्श करून पट्ट्या विलग होतील असे पाहा. आता कोणतीही विद्युत्भारित वस्तू घेऊन गोळ्याला स्पर्श करा. वस्तू ऋणभारित असेल तर पट्टीवरचा भार वाढून त्या आणखी विलग होतील. धनभारित असेल तर पट्ट्या जवळ येतील. कारण ऋणभार धनभार एकमेकांशी संयोग पावतात, भार नाहीसा होतो आणि पट्ट्या पूर्वस्थितीत येतात.

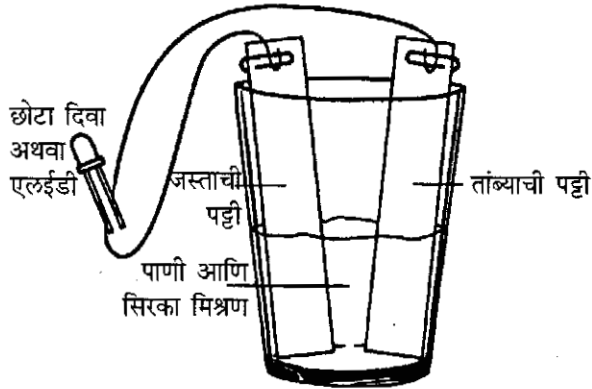
व्होल्टाची बॅटरी स्वतःच बनवाल?

रसायनांचा वापर करून विद्युत्शक्ती निर्माण करायचा पहिला यशस्वी प्रयत्न व्होल्टा नावाच्या संशोधकाने केला. त्याच्याप्रमाणे तुम्ही ही स्वतःचा विद्युत्घट (बॅटरी) बनवा.

साहित्य : काचेचा अथवा प्लॅस्टिकचा रुंद पेला, तांब्याची पट्टी, जस्ताची पट्टी, पाणी, सिरका, चाकू, प्लॅस्टिकचे आवरण असलेली विद्युत्वाहक तार, बारीक तारेचा बोळा, कागद टाचायच्या पिना, लहान दिवा किंवा एलईडी (लाइट एमिटिंग डायोड हे लहान लालसर प्रकाश देणारे दिवे विद्युत्सामान विकणाऱ्या दुकानात मिळतात. त्यांना अगदी थोडी वीज पुरते. खेळण्यामध्ये यांचा उपयोग केलेला असतो), विद्युत्प्रवाहदर्शक (गॅल्व्हनोमीटर).

कृती :

- बारीक तारेच्या बोळ्याने प्रथम तांब्याची आणि जस्ताची पट्टी चांगली घासून घ्या.



- दोन्ही पट्ट्या पेल्यात उभ्या ठेवा. आकृती पाहा.
- तारेचे दोन लांब तुकडे घेऊन त्यांचे टोकाकडचे प्लॅस्टिकचे आवरण चाकू वापरून काढून टाका. दोन्ही तारांचे एक एक टोक कागद टाचायच्या पिनेने पट्टीला अडकवा, तर दुसरी टोके दिव्याच्या अथवा एलईडीच्या बाहेर आलेल्या तारांना गुंडाळून पक्की करा. दिव्याऐवजी विद्युत्प्रवाहदर्शक वापरला तरी चालतो.
- पेल्यात पट्ट्या १/३ बुडतील इतके पाणी ओता. दिवा असेल तर पेटणार नाही पण विद्युत्प्रवाहदर्शकाचा काटा थोडासा हल्लेल.
- या पाण्यात चार चमचे सिरका टाका, काटा संपूर्ण मोजपट्टी हलून बाहेर जाईल. दिवा असेल तर प्रकाश देऊ लागेल.

धातूच्या तारेतून विद्युत्प्रवाह सहज वाहू शकतो. धातू हे विजेचे वाहक आहेत. अधातूमधून वीजवहनाला विरोध होतो, त्यांना 'विद्युत्रोधक' (इन्सुलेटर्स) म्हणतात. रबर, कपडा, चामडे, काच, चिनीमाती, प्लॅस्टिक हे सर्व वीजरोधक आहेत. विजेची बटणे, बाह्य आवरणे, विजेवर चालणाऱ्या उपकरणांचा हाताळला जाणारा भाग इ. ठिकाणी विजेचे वहन टाळायचे असते तिथे अशा वस्तूंचा वापर करतात. उपकरणे दुरुस्त करताना, नेहमी रबरी हातमोजे वापरले जातात. त्यामुळे चुकून वीजवाहक तारिला हात लागला तरी शॉक बसत नाही.

व्होल्टाच्या विद्युत्घटात द्रवरूप रसायन होते. अलीकडे सर्व विद्युत्घट कोरडे असतात, त्यामुळे ते पेन, बॅटरी, रेडिओसारख्या उपकरणांत सहज वापरता येतात. पण हे कोरडे विद्युत्घट (सेल) पूर्णपणे कोरडे मात्र नसतात. व्होल्टाच्या विद्युत्घटातील जस्त अजूनही वापरले जाते. जस्ताच्या गोल डब्यामध्ये अमोनियम क्लोराइड या रसायनाचा जाड अर्धद्रव (जेली) भरून मध्यभागी तांब्याऐवजी कार्बनची गोल नळी वापरतात. व्होल्टाच्या विद्युत्घटाप्रमाणे रासायनिक क्रिया होऊन विजेचे वहन होते.

विद्युत्शक्ती मोजताना 'व्होल्ट' हे एकक वापरले जाते. अलेक्झांडर व्होल्टा या संशोधकाने २०० वर्षांपूर्वी प्रथम विजेचा शोध लावला. त्याचे नाव या एककाला दिले आहे. रासायनिक क्रिया वापरून वीज उत्पन्न करता येते, हे त्याने प्रथम प्रयोगाने सिद्ध केले. सौम्य सल्फ्युरिक आम्लामध्ये तांबे आणि जस्ताच्या पट्ट्या ठेवल्या आणि वरील कोरड्या भागांना बाह्य तारेने जोडले तर त्यातून विजेचे वहन होते हे त्याच्या निदर्शनास आले. जस्ताची आणि आम्लाची रासायनिक क्रिया होऊन जस्त आम्लात विरघळते, आणि ऋणभारित इलेक्ट्रॉन्स मुक्त होतात. प्रत्येक अणूमध्ये धनभार आणि ऋणभार असतात आणि विशिष्ट रासायनिक क्रियेने ते स्वतंत्र होतात. जस्तातील मुक्त धनभार आम्लातून वाहत तांब्याच्या पट्टीकडे जातात आणि तांब्यातील ऋणभार आकर्षून घेतात. त्यामुळे तांबे धनभारित होते. ऋणभारित जस्त आणि धनभारित तांबे यांमध्ये विद्युत्भारांचा असमतोल निर्माण होतो. बाहेरून विद्युत्वाहक तारेने या पट्ट्या एकमेकांना जोडल्या तर हा असमतोल नाहीसा होण्यासाठी तारेमधून विद्युत्भाराचे वहन होते. ऋणभारित जस्ताकडून धनभारित तांब्याकडे इलेक्ट्रॉन्स वाहतात आणि विद्युत्मंडल पूर्ण होते.

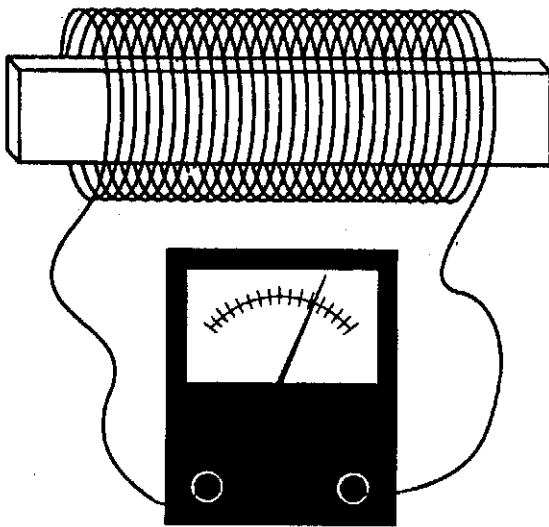
फॅरेडेची किमया

गेली शंभरहून अधिक वर्षे रसायने वापरून वीज बनवली जात आहे. मायकेल फॅरेडे या संशोधकाने वीज निर्माण करायची आधुनिक पद्धत शोधली. ती तुम्हीही वापरू शकता.

साहित्य : पट्टीचा चुंबक, रोधक आवरण असलेली लांब तार, कागदाची गुंडाळी, चाकू, विद्युत्प्रवाहदर्शक (गॅल्व्हनोमीटर).

कृती :

१. तारेच्या दोन्ही टोकांकडचे प्लॅस्टिकचे आवरण २ ते ३ सें.मी. काढून टाका.
२. कागदाच्या गुंडाळीभोवती तारेची गुंडाळी बनवा. हलकेच आतली कागदाची गुंडाळी काढून घ्या. तार तशीच गोल राहते.
३. तारेची उघडी टोके विद्युत्प्रवाहदर्शकाच्या दोन बटणांना जोडा.
४. पट्टीचा चुंबक हाताने या गुंडाळीतून आत-बाहेर असा हलवा. दर्शकाचा काटा हल्ले आणि पूर्वस्थितीत येईल. सतत हलवत राहिले तर काटाही हलत राहील.
५. पट्टीचा चुंबक टेबलावर उभा ठेवून आता हाताने त्यावर गुंडाळी हलवा. चुंबक गुंडाळीमध्ये राहायला हवा. प्रत्यक्ष स्पर्श व्हायला हवा असे नाही. अशी गुंडाळी हलवली तर दर्शकाचा काटा परत हल्ले.
६. जास्त लांबीची तार वापरून अधिक फेरे घेऊन हाच प्रयोग करून पाहा. दर्शकाचा काटा मोजपट्टीवर अधिक प्रमाण दाखवेल.



आपल्या पन्नास वर्षांच्या कारकिर्दीत फॅरेडे या संशोधकाने १६००० प्रयोग केले. एकदा प्रयोग करताना त्याच्या लक्षात आले की, चुंबकीय ऊर्जा ठरावीक पद्धत वापरून विद्युत्ऊर्जेत बदलता येते. तारेच्या गुंडाळीतून चुंबक हलवला तर वीज वाहते. पण चुंबकाचे हलणे थांबले तर वीजही वाहायची थांबते. चुंबक आत नेताना वीज एका दिशेने वाहते तर बाहेर काढताना विरुद्ध दिशेने वाहते. सतत आतबाहेर हलवत राहिले तर सतत दिशा बदलणारा वीजप्रवाह पण वाहतो. चुंबकाऐवजी गुंडाळी हलवली तरी हेच घडते. या शोधाचा उपयोग अनेक प्रकारे केला जातो. सायकलचा दिवा पेटवणारे छोटे जनित्र (डायनॅमो) हे याचे एक उदाहरण आहे. यामध्ये नालाच्या आकाराचा एक चुंबक असतो आणि त्यामध्ये तारेची गुंडाळी पुढेमागे होते. ही गुंडाळी सायकलच्या चाकाला विशिष्ट पद्धतीने जोडलेली असते. त्यामुळे पेडल मारून चाक फिरवताच गुंडाळी पुढेमागे होते. त्यामध्ये तयार झालेला वीजप्रवाह तार वापरून हॅडलला लावलेल्या दिव्यापर्यंत पोचवला जातो आणि दिवा पेटतो. पेडल जोरात फिरवले तर दिवा अधिक प्रकाशतो.

विद्युत्गृहामध्ये हेच तत्त्व वापरून मोठ्या प्रमाणावर वीजनिर्मिती करतात. तारेची गुंडाळी फिरवण्यासाठी यांत्रिक ऊर्जा लागते. ती अनेक प्रकारांनी मिळवून वीजनिर्मिती करतात. धबधब्यातून पडणारे पाणी पाइपमधून नेऊन जनित्र फिरवले जाते (हायड्रोइलेक्ट्रिक प्रकल्प). दगडी कोळसा, अणुऊर्जा, खनिज तेल जाळून पाण्याची वाफ कोंडली जाते आणि वाफेची शक्ती वापरून जनित्र फिरवले जाते (औष्णिक वीजनिर्मिती). या ठिकाणी प्रचंड मोठ्या तारेच्या गुंडाळ्या मोठमोठ्या चुंबकांच्या क्षेत्रातून फिरवल्या जातात आणि वीजनिर्मिती मोठ्या प्रमाणावर केली जाते.

विद्युत्घटातून वाहणारी वीज ही एका दिशेने वाहते (डायरेक्ट करंट). वरील फॅरेडेच्या उपकरणातून वाहणारी वीज ही दिशा बदलत राहते (अल्टरनेटिंग करंट). चुंबक आत जाताना एक दिशा तर बाहेर येताना दुसरी दिशा असे वहन होते. या पद्धतीच्या उपकरणांना 'जनित्र' (जनरेटर) म्हणतात. यामध्ये इलेक्ट्रॉन्स एका दिशेने वाहतात. मग पूर्णपणे थांबतात आणि मग विरुद्ध दिशेने वाहतात. हा बदल अगदी वेगाने होतो. घरगुती वापराच्या विजेत सामान्यपणे हा बदल सेकंदाला पन्नास वेळा घडतो.

वीज वापरून चुंबक कसा बनवाल?

विद्युत्ऊर्जा आणि चुंबकत्व एकमेकांशी संबंधित आहेत. एक असते तिथे दुसरेही अस्तित्वात असते. वीजप्रवाह वापरून चुंबक बनवा.

साहित्य : ७-८ सें.मी. लांबीचा लोखंडी खिळा, तांब्याची वीजरोधक आवरण असलेली तार, दोन कोरडे विद्युत्घट (सेल), चाकू, टाचण्या, चिकटपट्टी.

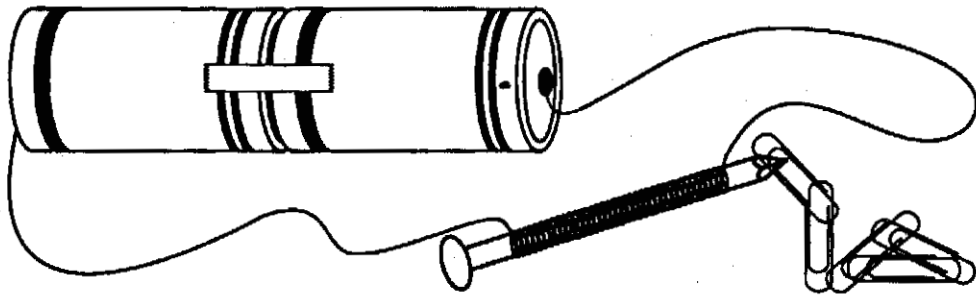
कृती :

१. तारेच्या दोन्ही टोकांकडचे थोडे आवरण चाकू वापरून काढा.
२. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे खिळ्याभोवती तार गुंडाळून त्याची दोन्ही टोके बाहेर घ्या.
३. दोन घट चिकटपट्टी वापरून एकमेकांना जोडून घ्या. जोडताना एका घटाची + चिन्ह असलेली बाजू दुसऱ्या घटाच्या - चिन्ह असलेल्या बाजूला जोडा.
४. तारेची दोन टोके घटांच्या दोन बाजूंना चिकटपट्टी वापरून जोडा.
५. खिळ्याच्या टोकाजवळ टाचण्या न्या. त्या खिळ्याला चिकटतील. तारेचे एक टोक घटापासून सोडवले तर टाचण्या खाली पडतील.
६. तारेची गुंडाळी खिळ्याभोवती जास्त आणि कमी फेरे घेऊन हाच प्रयोग करून पाहा. चिकटणाऱ्या टाचण्यांची संख्या जास्त आणि कमी होते का पाहा. या दोघांमधील संबंध शोधा.

विजेचे वहन अतिशय वेगाने होते. जवळजवळ प्रकाशाच्या वेगाने म्हणजे तीन लाख किलोमीटर प्रतिसेकंद या वेगाने वीज वाहते. एका सेकंदात वीजप्रवाह पृथ्वीभोवती सात ते आठ फेऱ्या मारू शकतो.

जिथे जिथे विद्युत्प्रवाह आहे तिथे विद्युत्चुंबकीय क्षेत्र असते. संगणक, घरगुती उपकरणे, रस्त्यावरच्या वीजवाहक तारा... सर्वाभोवती विद्युत्चुंबकीय क्षेत्र असते. खिळ्याभोवती गुंडाळलेल्या तारेतून वीज वाहते तेव्हा तारेभोवतीच्या चुंबकीय क्षेत्रात खिळा आल्याने तो चुंबक बनतो. तार घटापासून सोडवून वीजप्रवाह थांबवला तर चुंबकीय क्षेत्र नाहीसे होते. अशा पद्धतीने बनवलेल्या चुंबकाला 'विद्युत्चुंबक' म्हणतात.

कायम चुंबकापेक्षा विद्युत्चुंबकाचे अनेक फायदे आहेत. तारेचे फेरे वाढवून अथवा तारेतून वाहणारा वीजप्रवाह वाढवून हवा तेवढा शक्तिशाली चुंबक बनवता येतो. वीजप्रवाह चालू करून चुंबक वापरता येतो आणि नको तेव्हा वीजप्रवाह बंद करून चुंबकत्व नाहीसे करता येते. मोठमोठ्या क्रेनना विद्युत्चुंबक जोडून माल भरलेले लोखंडी डबे बोटीवर चढवता येतात. पाश्चात्य देशात गर्दीच्या वेळी अपघात झाला तर विद्युत्चुंबक वापरून गाड्या, ट्रकसारखी वाहनेही हेलिकॉप्टरने उचलता येतात. घरगुती वापरातील अनेक उपकरणांत उदा. टेलिफोन, घड्याळे, दरवाजाची घंटा, विद्युत्चुंबक वापरलेला असतो.



वाच्यासंगे फिरे भिरभिरे!

घर्षणाची ऊर्जा वापरून नळीच्या टोकाला लावलेले भिरभिरे फिरवता येते.

साहित्य : दोन लाकडी काठ्या, टाचणी, कागदी भिरभिरे, कानस, कागद, कात्री, पट्टी.

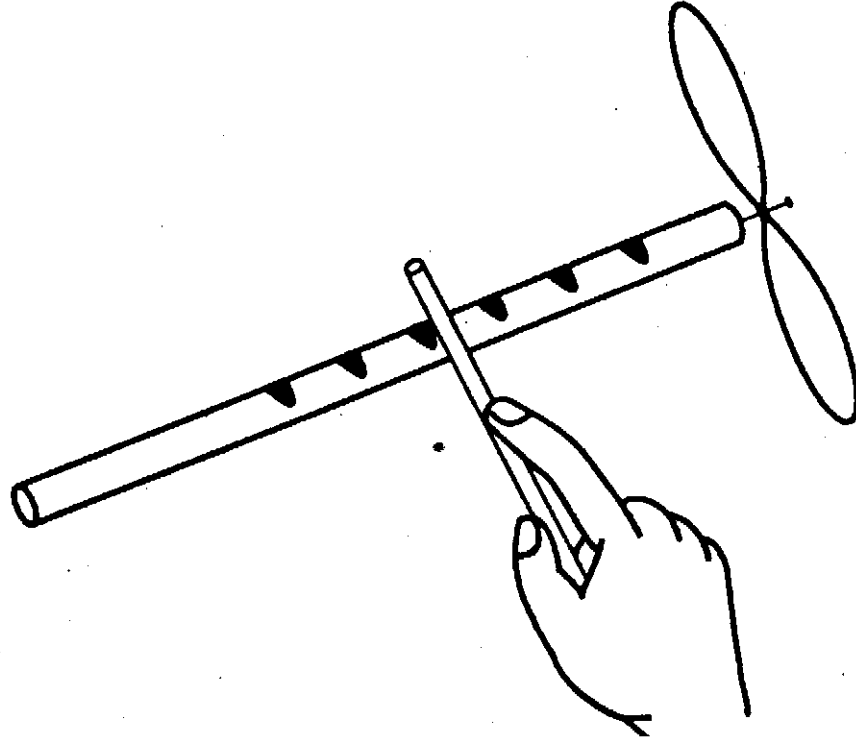
कृती :

१. कानस वापरून लाकडी भरीव काठीवर लहान लहान खाचा पाडा.
२. कागद कापून दोन किंवा चार एकसारख्या पात्यांचे भिरभिरे, चिकटपट्टी वापरून बनवा.
३. टाचणी वापरून हे भिरभिरे काठीच्या टोकाला आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे बसवा.
४. आता हातात दुसरी काठी घेऊन तयार केलेल्या खाचांवरून जोराने घासा. खाचांवरचा दाब वाढवून, घासण्याचा वेग वाढवून पाहा. हळूहळू भिरभिरे फिरू लागेल.
५. भिरभिरे विरुद्ध दिशेने कसे फिरवाल? दुसरी काठी घासताना बोटाने व अंगठ्याने ती खाचेवरती वरखाली फिरेल अशीही गती तिला द्या. एकाच वेळी पुढेमागे

आणि वरखाली या हालचाली व्हायला हव्या. सरावाने हे सहज जमते. घासणे आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे आडवे व उभे व्हावे. वेग वाढवून पाहा.

६. कागदाचे भिरभिरे वेगवेगळ्या आकारांत तयार करा. (रुंद, अरुंद, जाड, पातळ, लहान, मोठी अशा आकाराची पाती कापून घ्या.) आणि हा प्रयोग करून पाहा.
७. एकाच टाचणीला दोन भिरभिरी जोडून प्रयोग करा.
८. एक आडवी काठी पहिल्या काठीला जोडून त्यावर चार भिरभिरी टाचून प्रयोग करून पाहा.

यामध्ये काठीला ज्या खाचा पाडलेल्या आहेत त्यावर दुसरी काठी घासली जाते तेव्हा घर्षण होते आणि खाचेमुळे काठीत कंपने उत्पन्न होतात. कंपने टाचणीतून भिरभिन्याला ऊर्जा पुरवतात आणि भिरभिरे फिरू लागते. काठीची लांबी आणि रुंदी वेगवेगळी असल्याने जेव्हा दोन्ही दिशेने एकदम घर्षण होते तेव्हा दोन्ही दिशांनी होणारी कंपने सारखी नसतात. असमान कंपनांमुळे टाचणीपर्यंत पोचणारी कंपने ही लंबगोलाकार होतात आणि भिरभिरे फिरते. अंगठा आणि बोट्याचा दाब वाढवून लंबगोलाकार कंपनांची दिशा बदलता येते.



रंगीत खुणांनी ओळखू या पदार्थांचे गुणधर्म

पदार्थांमध्ये जेव्हा रासायनिक क्रिया घडतात तेव्हा त्यांमध्ये काही बदल होतात. रंगातील बदलामुळे पदार्थ आम्ल आहे की अल्कली हे पाहता येते.

साहित्य : लाल रंगाचा कोबी, पाणी, भांडे, स्टोव्ह, चमचे, पेला, परीक्षण करण्यासाठी स्वयंपाकघरातील विविध पदार्थ (खायचा सोडा, सिरका, मीठ, लिंबू, साबण, कांदा, बटाटा, चहा, फळे, डिटर्जंट...इ.), कागद, कात्री.

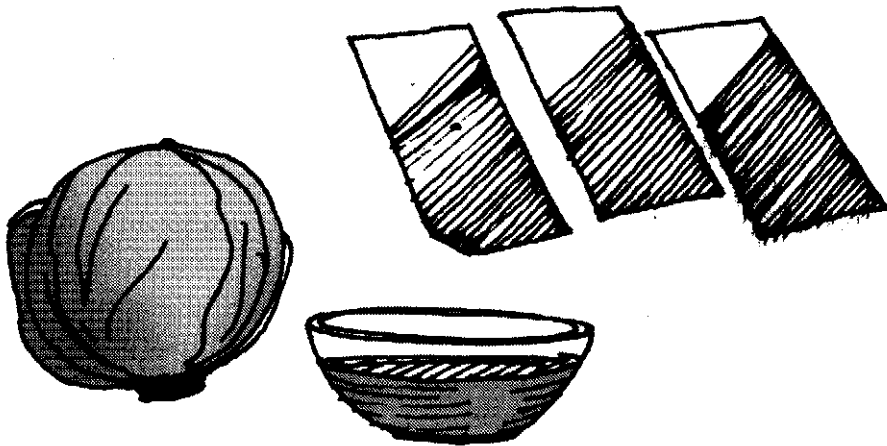
कृती :

१. लाल कोबीची पाने चिरून पाणी भरलेल्या भांड्यात ठेवा आणि स्टोव्हवर पाच मिनिटे उकळवा. थंड झाल्यावर पाने कुस्करून जांभळा द्रव गाळून घ्या. हा रस बाटलीत भरून ठेवा. लगेच वापरणार नसाल तर फ्रीजमध्ये ठेवा.
२. काचेच्या पेल्यात थोडा कोबीचा रस घाला आणि त्यामध्ये खायचा सोडा घाला. रसाचा जांभळा रंग हिरवा होईल. पदार्थाच्या रंगातील हा बदल पदार्थ अल्कधर्मी आहे हे दाखवतो. दुसऱ्या पेल्यात रस घेऊन त्यात सिरका घाला. रसाचा रंग लाल होईल. ही परीक्षा पदार्थ आम्ल असल्याचे सांगते. अशा प्रकारे सर्व पदार्थ घालून ते आम्ल आहेत की अल्कली हे शोधून काढा.
३. पांढऱ्या रंगाचा कागद घेऊन त्याच्या २ सें.मी. रुंदीच्या पट्ट्या कापा. या पट्ट्या कोबीच्या रसात भिजवा आणि वाळवून ठेवा. या पट्ट्या घरगुती लिटमस कागद म्हणून वापरता येतात. ज्या पदार्थाची परीक्षा करायची

समान गुणधर्मांच्या रसायनांचे गट केले जातात. आंबट पदार्थात हैड्रोजनचे अणू असतात. त्यांना आम्ल (अॅसिड) म्हणतात. लिंबूरस, दूध, सिरका, चिंच, टोमॅटो, संत्रे, मोसंबे इ. पदार्थात आम्ले असतात. अल्कली हा गट आम्लाच्या विरुद्ध गुणधर्माचा आहे. त्यामध्ये एक हैड्रोजन आणि एक प्राणवायूचा अणू मिळून हैड्रॉक्साइड गट बनतो. त्यांना खास चव नसते, पण पाण्यात घातले तर ते बुळबुळीत असतात. खायचा सोडा, डिटर्जंट, साबण इ. अल्कली आहेत. अल्कली आणि आम्ल एकत्र येतात तेव्हा हैड्रोजन आणि हैड्रॉक्साइड यांची क्रिया होऊन पाणी बनते, आणि उदासीन पदार्थ बनतो. आम्लामुळे लिटमस कागद लाल होतो तर अल्कलीमुळे निळा होतो.

आहे त्याचे चार थेंब पट्टीवर टाकले की पट्टी रंग बदलते. साबण ओला करून टाकला तर पट्टी हिरवी होईल आणि लिंबूरस टाकला तर लाल होईल. अशा प्रकारे परीक्षण करून पदार्थांचे आम्ल व अल्कली असे वर्गीकरण करा. काही पदार्थांमुळे पट्टीचा रंग बदलणार नाही. त्या पदार्थांना 'उदासीन' असे म्हणतात. एकाच पट्टीवर प्रथम आम्ल टाकले आणि त्याच जागी मग अल्कली टाकली तरी रंग बदल होतो.

४. याच प्रकाराने द्राक्षे, कांदा, बीट, चहा, हळद या पदार्थांचे लिटमस कागद तयार करा आणि परीक्षण, वर्गवारी करा.



पांढरी पूड नक्की आहे कशाची?

कोणत्याही पदार्थाची पूड रंगाने पांढरी असली तर ती सारखीच दिसते. हुशारी लढवून त्यांचे परीक्षण केले, रासायनिक क्रिया करून पाहिल्या तर त्या वेगळ्या असल्याचे कळते.

साहित्य : बहिर्गोल भिंग (सूक्ष्मदर्शक), काळा कागद, पाणी, स्टीलच्या थाळ्या, पेला, चमचे, काड्या, प्लॅस्टिक पिशव्या, लिटमस कागद (कोबीच्या रसाचा चालेल), सिरका, टिंकचर आयोडीन (जखमेवर लावण्यासाठी वापरतात ते आयोडीन पाण्यात घालून सौम्य करून वापरावे.), खायचा सोडा, यीस्ट, वेगवेगळ्या पदार्थांची पांढरी पूड (मीठ, साखर, खायचा सोडा, मैदा, भांडी घासायची पावडर, तांदळाचे पीठ, दुधाची पावडर, अंगाला लावायची पावडर, रांगोळी, कपडे धुवायची पावडर इ.)

कृती :

१. प्रथम प्रत्येक पूड स्वतंत्र प्लॅस्टिक पिशवीत घालून त्यांना आकडे द्यावेत. प्रत्येक पुडीवर खाली दिलेल्या सर्व रासायनिक क्रिया करून पाहायच्या आहेत. एका मोठ्या तावावर चौकोन आखून तक्ता बनवा आणि त्यामध्ये सर्व माहिती व्यवस्थित नोंदवा. उदा.,

पूड क्र.	निरीक्षण	पाणी	आयोडीन	सिरका	सोडा
१.					
२.					
३.					

सर्व परीक्षणे करून झाल्यावर गुणधर्माचा तक्ता पूर्ण होईल आणि प्रत्येक पूड कशी वेगळी आहे ते कळून येईल.

- काळ्या कागदाच्या तुकड्यावर चमच्याने पूड टाका आणि पसरवा. बहिर्गोल भिंगातून तिचे निरीक्षण करा. स्पर्श करून पाहा. पुडीचे कण लहान-मोठे, कठीण-मऊ, चिकट-कोरडे... जे गुणधर्म आढळतील ते तत्त्यात भरा. **कोणतीही पूड तोंडात टाकायची नाही हे मात्र लक्षात ठेवा.**
- पाणी :** पूड बशीत ठेवून त्यावर पाण्याचे चार थेंब चमच्याने टाका. पाणी शोषले जाते की तसेच थेंब बनून राहते, बुडबुडे येतात का ते पाहा. पेल्यात पाणी घेऊन त्यावर चिमूटभर पूड टाका. विरघळते, तरंगते, बुडते त्याप्रमाणे तत्त्यामध्ये लिहा.
- आयोडीन :** बशीत पूड घेऊन त्यावर आयोडीनचे चार थेंब टाकले तर आयोडीनचा तपकिरी रंग काही वेळा जांभळा अथवा काळा होतो. अशा पुडीमध्ये पिष्टमय पदार्थ (स्टार्च) आहे असे समजावे. पिष्टमय पदार्थ

रसायनशास्त्र ही विज्ञानाची महत्त्वाची शाखा आहे. पदार्थांच्या रासायनिक (केमिकल) आणि भौतिक (फिजिकल) गुणधर्मांचा अभ्यास यामध्ये केला जातो. त्यासाठी खर्चीक उपकरणे, कठीण नावाची रसायने यांची गरज असते असे नाही. स्वयंपाक करताना, स्वच्छता करताना आपण रसायनशास्त्राचा वापर नकळत करत असतो. तसे प्रत्येक जण रोजच्या जीवनात रसायनाचा वापर या ना त्या कारणाने करतच असतो, म्हणून आपण रसायनाबद्दल जाणून घेणे जरूरी आहे.

अन्नाचा एक महत्त्वाचा घटक आहे. मैदा, तांदूळपीठ, बटाटापूड, साबुदाणापूड इत्यादींमध्ये असा रंगबदल दिसून येईल, तो टिपून ठेवा.

- सिरका :** बशीत अर्धा चमचा पूड घेऊन त्यात सिरका (व्हिनेगार) मिसळा. अल्कधर्मी पदार्थातून बुडबुडे येऊ लागतील.
 - खायचा सोडा :** पाण्यामध्ये खायचा सोडा घालून द्राव बनवा. पूड बशीत घेऊन त्यावर हा द्राव टाका. आम्लधर्मी पदार्थातून बुडबुडे येऊ लागतील.
 - लिटमस कागद :** लिटमस अथवा कोबीच्या रसाची कागदाची पट्टी ओली करून घ्या. त्यावर पूड टाका. आम्ल पदार्थ असेल तर रंग लाल होईल. अल्कली असेल तर निळा होईल (कोबीच्या रसाची पट्टी हिरवट निळी होईल). तसाच रंग राहिला तर पदार्थ उदासीन म्हणजे क्षार (सॉल्ट) आहे.
 - साखर :** पूड एका प्लॅस्टिक पिशवीत घालावी आणि त्यात थोडे यीस्ट (बेकरीमध्ये मिळते) घालावे. हवा बाहेर काढून पिशवीचे तोंड थोडी जागा ठेवून बांधावे. कोमट पाण्यामध्ये पिशवी पंधरा मिनिटे ठेवा. पुडीमध्ये थोडा जरी साखरेचा अंश असेल तर यीस्टबरोबर प्रक्रिया होऊन कर्बवायू (कार्बन डाय ऑक्साइड) तयार होईल आणि वरच्या जागेत सादून पिशवी फुगेल. पदार्थात जितके साखरेचे प्रमाण असेल तितक्या प्रमाणात कर्बवायू बनेल. साखरे प्रमाण घेऊन या परीक्षणाने वेगवेगळ्या पदार्थातील साखरेचा अंश किती आहे याची तुलना करता येते.
- हे प्रयोग सरावाने जमतात. त्यानंतर अनोळखी पूड घेऊन वरील तत्त्याचा उपयोग करून ती ओळखता येते का पाहा. वरील तत्त्यावरून पदार्थांचे वेगवेगळ्या गटांत वर्गीकरण करा. (आम्ल, अल्कली, क्षार, पिष्टमय...इ.)

बनवा चिकट गोंद घरच्या घरी!

दूध, दही, दह्याचे पाणी आणि थोडे रसायनशास्त्र... एवढे असले तरी चिकट गोंद बनवता येतो.

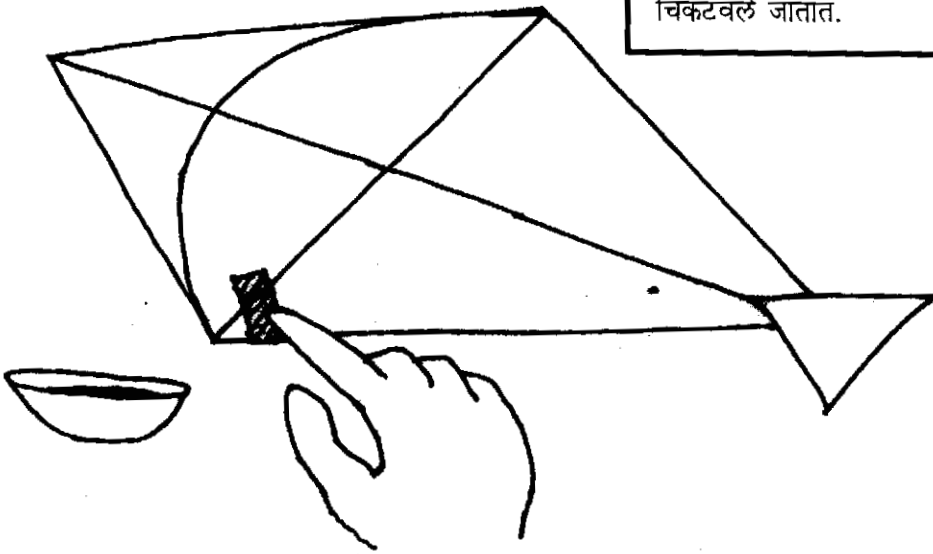
साहित्य : दूध, मोजपात्र, भांडे, स्टोव्ह, गाळणे, सिरका, खायचा सोडा, चमचा, कागद, बाटली.

कृती :

1. भांड्यामध्ये साय काढलेले अर्धा लिटर दूध घेऊन त्यामध्ये सिरका घाला. स्टोव्हवर भांडे ठेवून गरम करा. चमच्याने सतत ढवळत राहा.
2. दुधाची गुठळी बनायला सुरुवात होईल. भांडे उतरवून परत ढवळत राहा. काही वेळाने दह्यासारखे पनीर तळाशी राहील आणि वरती पाणी असेल.
3. हे मिश्रण गाळण्यातून गाळून घ्या. सर्व पाणी काढून टाका. खालचे घट्ट दही पूर्ण कोरडे व्हायला हवे. हे कृत्रिमरीत्या झटपट तयार केलेले दही असेल.
4. त्यामध्ये थोडे पाणी आणि चार चमचे खायचा सोडा घाला. दह्यात उरलेले सिरका आणि सोडा यांची रासायनिक क्रिया घडेल आणि गोंद तयार होईल.
5. हा गोंद वापरून कागद चिकटवून पाहा. एकदा वाळवल्यावर कागद गच्च चिकटून राहतात. परतंग, आकाशकंदील तयार करण्यासाठी हा गोंद वापरता येतो. बाटलीत भरून झाकण लावून ठेवला तर काही दिवस टिकतो. गव्हाचे पीठ शिजवून केलेला गोंद तपकिरी असतो. हा गोंद पांढराशुभ्र असल्यामुळे चिकटलेली वस्तू सुबक दिसते.

दह्यापासून बनवलेल्या गोंदाला 'केसिन' गोंद म्हणतात. बाजारात मिळणारा पांढरा गोंद आणखी काही पदार्थ घालून आणखी चिकटपणा आणलेला केसिन गोंद असतो. हा गोंद वस्तूवर पसरला की वस्तूवरील सूक्ष्म भोकांमध्ये जाऊन बसतो. गोंद पसरण्यासाठी त्याचा पृष्ठीय ताण कमी असावा. म्हणजे वस्तू चांगल्या चिकटतात. वस्तू वापरताना चिकटलेल्या भागावर पडणारा ताण सहन करायची ताकद, किती चांगले चिकटले आहे यावर अवलंबून असते. ४००० वर्षांपूर्वी गव्हाचे पीठ आणि पाणी उकळून गोंद तयार केल्याची नोंद इजिप्तमध्ये सापडली आहे. मध, झाडांचे चीक, डांबर, अंड्यातील पांढरा बलक यांपासून पूर्वी गोंद बनवले जात. जसा काळ बदलला तशी आणखी चिकट पदार्थांची गरज निर्माण झाली. प्राण्यांची हाडे, कातडी यांपासून गोंद बनवला गेला.

विमानाचे भाग एकमेकांना जोडण्यासाठी खास चिकट पदार्थ हवा होता. विमान उडताना गतीमुळे, हवेच्या विरोधामुळे कंप पावते आणि ताण उत्पन्न होतो. तो सहन करायची ताकद गोंदामध्ये हवी. पूर्वी विमाने लाकडाचे भाग वापरून बनवत, वेगही कमी असे, अलीकडे बरेचसे भाग हलक्या धातूचे असतात आणि वेग जास्त असतो. हे भाग चिकटवण्यासाठी अनेक रसायने वापरून गोंद तयार केला जातो. ज्या ठिकाणी खिळे वापरणे शक्य नसते (खिळ्यामुळे विमानाचे वजनही वाढते) तिथे गोंद वापरून भाग चिकटवले जातात.



भराभर कामे करणारा रासायनिक मदतनीस

खडीसाखर किंवा बत्तासा जाळता येतो का पाहा. ते जळत नाहीत. त्यांना जळण्यासाठी मदतनीस पुरवा आणि पाहा.

साहित्य : खडीसाखर वा बत्तासा, काडेपेटी, बशी, सिगरेटची राख.

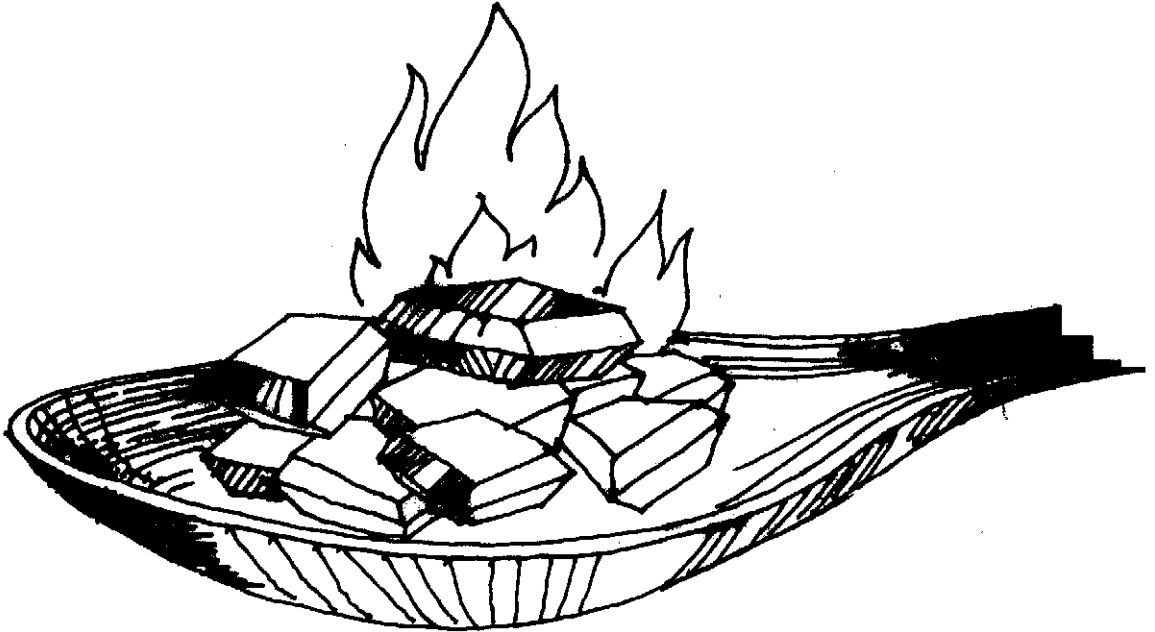
कृती :

१. ही कृती करताना कुणीतरी मोठी व्यक्ती हजर असावी.
२. खडीसाखरेचा तुकडा बशीत ठेवा. काडी पेटवून त्याला आग लावा. तुकडा विरघळेल, पण जळणार नाही.
३. सिगरेटची राख मिळवा. खडीसाखरेचा तुकडा त्यामध्ये घोळवा. बोटाने राख घासा. काडी पेटवून ज्योत राखेला लागेल अशी धरा. थोड्या वेळाने निळसर ज्योत येईल आणि खडीसाखर जळेल.

तोंडामध्ये ठिणग्या कशा निर्माण कराल?

लिमलेटच्या हिरव्या रंगाच्या गोळ्या घ्या. त्यांमध्ये स्फटिकरूपात साखर असते. गोळ्या फ्रीजमध्ये ठेवून थंड करा. मग काळोख असलेल्या खोलीत जाऊन आरशासमोर उभे राहा. दोन मिनिटांनी डोळ्यांना दिसू लागेल. तोंडात थंडगार गोळी घेऊन कडाकडा चावून खायला सुरुवात करा. उघड्या तोंडात तुम्हांला निळ्या पांढऱ्या ठिणग्या उडताना दिसतील. गोळ्यांमधील साखरेचे स्फटिक चावताना तोडले जातात आणि त्यांतील वायुरूप अणूंना अधिक ऊर्जा मिळते. ती प्रकाशाच्या स्वरूपात फेकली जाते आणि ठिणग्या दिसतात.

खडीसाखर जळण्यासाठी राख सहायक म्हणून कार्य करते. काही रासायनिक क्रिया सावकाश होतात. सहायक (कॅटॅलिस्ट) वापरून क्रियांचा वेग वाढवता येतो. सहायक प्रत्यक्ष प्रक्रियेत भाग घेत नाहीत. कधीकधी भाग घेतात, पण प्रक्रिया पूर्ण होते तेव्हा ते पूर्वस्थितीला येतात. अनेक गुंतागुंतीच्या रासायनिक प्रक्रिया सहायकामुळे सोप्या होतात. रसायने बनवण्याच्या कारखान्यांमध्ये मुबलक प्रमाणावर विविध सहायक वापरले जातात. विशेषतः तेलउद्योगात त्यांचे प्रमाण अधिक आहे. आपल्या शरीरातही अनेक रासायनिक क्रिया होत असतात. उदा., अन्नाचे पचन होताना त्यातील घटकांमध्ये अनेक रासायनिक बदल घडतात. शरीरातून स्रवणारे द्रव तेव्हा सहायकाची भूमिका करतात. पिष्टमय पदार्थ आणि प्रथिनांच्या मोठमोठ्या रेणूंचे तुकडे करण्यासाठी लाळ आणि जठररस हे स्राव मदत करतात. त्यामुळे शरीरातील पेशी त्यांचे शोषण करून त्यांपासून ऊर्जा मिळवतात. सहायक शोधणे सोपे नसते. अनेक पदार्थांचा उपयोग करून शेवटी योग्य पदार्थ निवडावा लागतो. अन्न शिजवताना काही पदार्थ सहायक म्हणून वापरले जातात. उदा. पपईचा अथवा करवंटीचा तुकडा टाकला तर कठीण पदार्थ लवकर शिजतात.



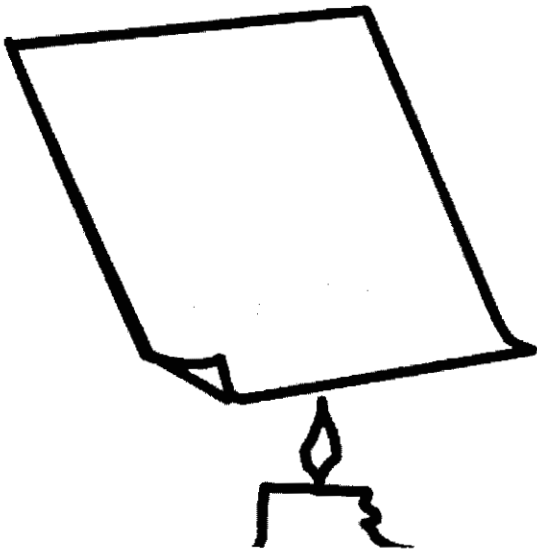
मित्रांना गुप्त संदेश द्यायचाय?

कोरा कागद तुमच्या हातात दिला जातो. हा कागद दिव्याजवळ धरला तर त्यावर अक्षरे उमटतात. गुप्त शाई वापरून तुम्हीही असे संदेश लिहून पाहा.

साहित्य : लिंबूस, दूध अथवा सिरका, काडी, कापूस, मेणबत्ती किंवा चिमणी.

कृती :

१. काडीला थोडासा कापूस गुंडाळून घ्या. ताज्या लिंबाचा रस, दूध किंवा सिरका ही तुमची शाई आहे. कापूस तुमच्या अदृश्य होणाऱ्या शाईमध्ये बुडवून कोऱ्या कागदावर संदेश लिहा.
२. कागद पूर्ण वाळू द्या.
३. चिमणी अथवा मेणबत्ती पेटवा. कागद तापवण्यासाठी ज्योतीजवळ सुरक्षित अंतरावर धरा. प्रत्यक्ष ज्योत कागदाला लागली तर कागद जळेल. तुम्हांला कागद फक्त गरम करायचा आहे. फिरवून सर्व ठिकाणी उष्णता पोचवा. कोऱ्या कागदावर अक्षरे उमटतील आणि तुमचा गुप्त संदेश वाचता येईल.
४. ही अक्षरे पुन्हा अदृश्य करता येतील का? तुमच्या उत्तराचे स्पष्टीकरण द्या.
५. वेगवेगळे द्रव शाई म्हणून वापरून लिहून पाहा. कोणते द्रव उष्णतेमुळे कागदावर उमटतात आणि कोणते उमटत नाहीत याची वर्गवारी करा.



उष्णतेमुळे पदार्थांमध्ये बदल होतात. काही बदल भौतिक असतात. उदा. उष्णतेमुळे बर्फाचे पाणी होते आणि मग वाफ होते. वाफ थंड होऊन परत पाणी आणि बर्फ बनते. भौतिक बदल असे उलट दिशेने होऊ शकतात. लिंबूस अथवा दुधाने लिहिलेली अक्षरे तापवली की त्यामध्ये रासायनिक बदल होतात. त्या पदार्थांमधील अल्प प्रमाणात असलेली साखर जळते आणि काळपट तपकिरी असा कार्बन मुक्त होतो. त्यामुळे अक्षरे उमटतात. ही क्रिया उलट घडू शकत नाही. कागद थंड झाला की अक्षरे परत अदृश्य होत नाहीत. रासायनिक बदल बहुतांश वेळा उलट दिशेने घडवता येत नाहीत. शिजवलेले अन्न पुन्हा कच्चे करता येत नाही.

शाई हा पदार्थ भारत आणि चीन या देशांत फार पूर्वीपासूनच वापरात आहे. टाक किंवा बोरू, केसांचा पुंजका वापरून लिहिले जात असे. झाडापासून बनवलेली रसायने आणि कृत्रिम रसायने शाई म्हणून वापरली जातात. कागदावर लिहिल्यावर शाई लवकर सुकावी म्हणून त्यात विशिष्ट पदार्थ मिसळले जातात. पाणी सुकून शाई कोरडी झाली तरी रंग कागदावर चिकटतो आणि अक्षरे तशीच टिकून राहतात. वर्तमानपत्राचा कागद काळी शाई शोषून घेतो. म्हणून त्यावरची अक्षरे खोडता येत नाहीत.

खोडरबर वापरून आपण जेव्हा अक्षरे पुसतो तेव्हा रबर आणि कागद यांच्या घर्षणाने कागदाच्या वरचा अगदी पातळ पापुद्रा सुटा होऊन निघून येतो. त्याबरोबर पेन्सिलीचा अथवा पेनाचा रंगही निघून येतो. बोटाने स्पर्श केला तर त्याजागी कागद पातळ झाला आहे हे समजू शकते.

हा खेळ सावल्यांचा

सावल्यांचा खेळ करून प्रकाशाचे गुणधर्म जाणून घेता येतात. आपल्या हातांनी अनेक प्रकारांनी सावल्या निर्माण करून प्राण्यांचा आभास उत्पन्न करता येतात.

साहित्य : दिवा, पडदा (पांढरा कपडा अथवा कागद भिंतीवर लावून पडदा तयार करता येतो. भिंतीचा रंग फिका असेल तर भिंतही पडदा होते.)

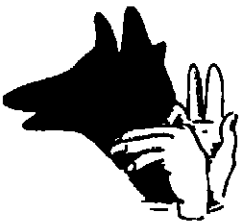
कृती :

१. दिवा पेटवून पडदा आणि दिवा यांमध्ये हात यावेत अशा रितीने हाताचे आकार बनवा. पडद्यावर सावली पडेल. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे हात धरले तर वेगवेगळ्या प्राण्यांच्या आकाराची सावली पडद्यावर पडेल. (जिराफ, रानकुत्रा, उंट, ससा, बकरी, अस्वल, कुत्रा, लांडगा, हत्ती, पक्षी)
२. सावल्यांचे निरीक्षण करा. गडद भाग कोठे आहे आणि फिका भाग कोठे आहे ते तपासून पाहा. हात दिव्याजवळ नेले तर सावलीचा आकार बदलतो, पडद्याजवळ नेले तर सावलीत कसा फरक पडतो पाहा. सावली स्पष्ट उमटण्यासाठी प्रयत्न करा. हात सावकाश फिरवून सावलीतील फरक पाहा. प्रकाशकिरणांच्या दिशेने आणि किरणांना लंब असे हात ठेवले तर सावलीत काय फरक होतो?
३. आणखी कोणते आकार हात वापरून तुम्ही करू शकता?

प्रकाश हा ऊर्जेचा अतिशय वेगाने जाणारा प्रकार आहे. हवा, पाणी, काच यांतून तो आरपार जाऊ शकतो. हात, पुस्तक, लाकूड अशा पदार्थांतून प्रकाश आरपार जाऊ शकत नाही. त्यामुळे वस्तूच्या आकाराची सावली पडद्यावर पडते. वस्तू जेवढी दिव्याजवळ असेल आणि पडदा जेवढा लांब असेल तेवढी सावली मोठी पडते. दिव्यापासून दूर नेली तर सावली लहान होते. दिव्याचा आकार मोठा असेल तर सावलीच्या कडा स्पष्ट उमटत नाहीत. लहान दिव्यामुळे सावली गडद पडते. किरणांच्या दिशेवर सावलीचा आकार अवलंबून असतो. वस्तू आणि किरणांची दिशा यांवर सावलीची लांबीरुंदी ठरते. बशीची सावली किरणांना लंब धरली तर गोल पडेल, किरणांच्या दिशेने धरली तर जाड रेषेसारखी पडेल. सकाळी आणि संध्याकाळी आपल्या सावल्या खूप मोठ्या होतात. तर दुपारी लहान पण गडद पडतात याचे कारण किरणांची दिशा आणि वस्तूशी केलेला कोन हेच आहे.

४. एकाने सावली पाडायची आणि इतरांनी ती ओळखायची असा खेळही खेळून पाहा.

काचेच्या रिकाम्या पेल्याची सावली पडते का? त्यात पाणी भरून सावली कशी पडते पाहा. पेल्याला बोटाने टिचकी मारली अथवा त्यामध्ये लहानसा खडा उंचावरून टाकला तर गोल, सूक्ष्म लाटा (रिपल्स) तयार होतात. आता सावलीत फरक पडतो का?



जिराफ



शिकारी कुत्रा



उंट



अस्वल



ससा



आणखी एक ससा



बोकड



कुत्रा

भिंतीवरील प्रतिबिंबाची जादू

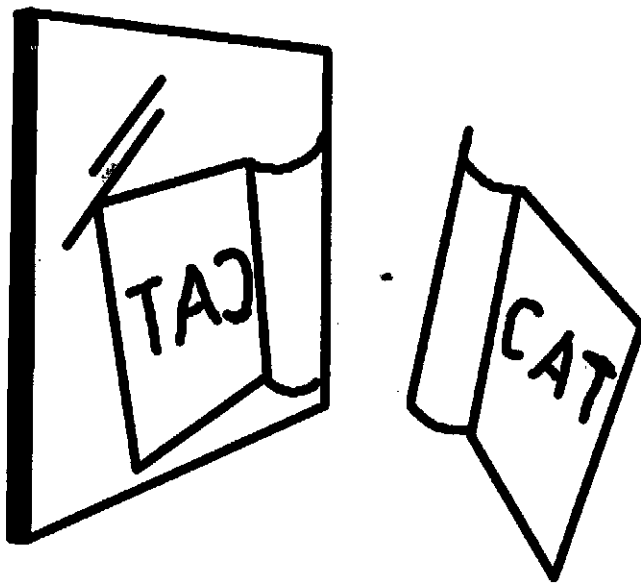
आरशावर प्रकाश पडला की परत उलट दिशेने प्रवास करतो आणि प्रतिमा बनते. या क्रियेला 'प्रकाशाचे परावर्तन' असे म्हणतात. प्रतिमा पाहून आरशामुळे परावर्तन कसे होते ते पाहा.

साहित्य : खिडकी, पांढरा कागद, काळा कागद, चिकटपट्टी, दोन मध्यम आकाराचे आरसे, नाणे अथवा मेणबत्ती, मोजपट्टी, चमचा.

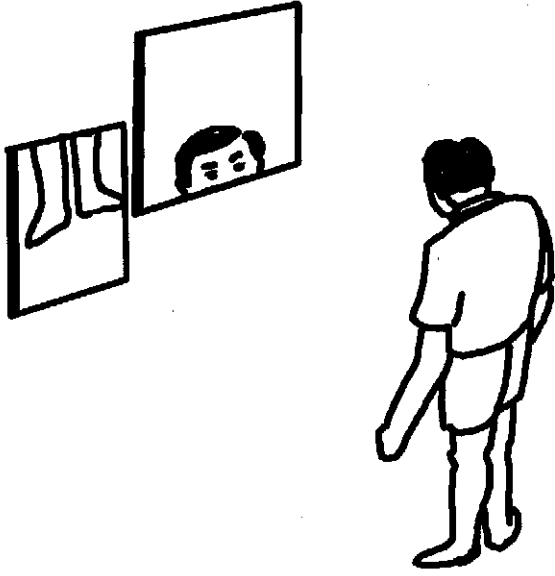
कृती :

१. आपल्या पाठीमागे प्रकाश देणारा दिवा अथवा सूर्य येईल असे खिडकीसमोर उभे राहा. खिडकीत तुमची प्रतिमा दिसेल. खिडकीच्या काचेमागे काळा आणि मग पांढरा कागद लावून प्रतिमेत पडणारा फरक पाहा.
२. दोघांनी एकामागे एक असे आरशासमोर उभे राहून प्रतिमा पाहा. प्रतिमेमधील फरक शोधा.
३. आरशासमोर पुस्तक उघडून धरा. अक्षरे कशी दिसतात? कागदावर तुमचे नाव लिहून आरशासमोर धरा. काही अक्षरांच्या प्रतिमा आरशात ही तशाच राहातात. अशी अक्षरे अथवा शब्द शोधून काढा. इंग्रजी आद्याक्षरे लिहून आरशासमोर धरा आणि अक्षरासारखी प्रतिमा असणारी आद्याक्षरे शोधा.

४. आरशासमोर उभे राहा. कल्पना करा की, समोर जी चेहऱ्याची प्रतिमा दिसते आहे ती स्वतंत्र, वेगळी आहे. तुम्ही उजवा डोळा मिचकावला किंवा डावा कान खाजवला तर तो चेहरा काय करतो? टेबलावर दोन आरसे काटकोनात उभे ठेवा आणि तुमचा चेहरा असा मधे ठेवा की एका आरशात अर्धा चेहरा दिसावा आणि दुसऱ्यात अर्धा दिसावा. आता प्रत्येक डोळा मिटून पाहा. डाव्या कानाला हात लावा. दोन्ही आरशांतील प्रतिमा काय करतात?
५. दोन आरसे टेबलावर काटकोनात ठेवा. मध्यभागी एक नाणे अथवा पेटलेली मेणबत्ती ठेवा. तुम्हांला दोन्ही आरशांत मिळून किती प्रतिमा दिसतात? मोजून पाहा. आरशामधील कोन बदलला तर प्रतिमांची संख्या बदलते का? कोन कमी अथवा जास्त करून प्रतिमांची संख्या मोजा आणि या दोन्हीमधील संबंध शोधा. (कोन कमी केला की प्रतिमांची संख्या वाढते.)
६. डोळे दिसतील अशा उंचीवर आरसा भिंतीवर लावा. एकाने आरशाच्या डाव्या बाजूला तर दुसऱ्याने उजव्या बाजूला उभे राहा. आपली जागा एकाने थोडीफार बदलून दुसऱ्याचे डोळे दिसतील अशी निवडायची आहे. दुसऱ्यालाही पहिल्याचे डोळे दिसतात का?



७. एक आरसा डोळ्यांच्या उंचीवर लावा. मित्राला थोड्या अंतरावर आरशासमोर उभे करा. दुसरा आरसा पहिल्या आरशाच्या खाली धरून सावकाश दूर न्यायचा आहे. मित्राला दुसऱ्या आरशात त्याचे पाय दिसू लागले की थांबा आणि त्या जागी आरसा लावा. आता दोन आरशांतील अंतर मोजा. तुमच्या मित्राची उंची आणि दोन आरशांमधील अंतर यांची तुलना करा. आता मित्राचे आरशापासूनचे अंतर जास्त आणि कमी करून हाच प्रयोग पुन्हा करा. त्याला आरसा न हलवता पाय दिसतात का? तसेच मित्राच्या उंचीवर आरशांमधील अंतर अवलंबून आहे का पाहा.



८. तुमचा चेहरा आरशात पाहा. एक नवा स्टीलचा चमचा घेऊन त्यात तुमचा चेहरा पाहा. साध्या आरशात चेहरा सुलट दिसतो, तर चमच्यामध्ये उलट दिसतो. कारण चमचा हा अंतर्गोल आरशाचे काम करतो.

आरशांमध्ये वस्तूच्या प्रतिमा दिसतात त्या दोन मितीत असतात. (प्रत्यक्ष वस्तूला लांबी, रुंदी, उंची अशा तीन मिती असतात. कागदावरील चित्राला अथवा आरशात फक्त लांबी आणि रुंदी या दोनच मिती असतात.) प्रकाश सरळ रेषेत प्रवास करतो, त्यामुळे मित्राच्या मागे उभे राहिले तर प्रतिमा दिसणार नाही. बाजूला उभे राहिले तरच प्रतिमा दिसेल. जितक्या जवळ उभे राहू तितकी प्रतिमा मोठी दिसेल. आरशावर पडणारे प्रकाशकिरण परावर्तित होऊन डोळ्यांत शिरत असल्यामुळे डावी बाजू उजवी आणि उजवी बाजू डावी दिसते. अक्षरे उलट दिसतात. दोन आरशांच्या साहाय्याने पाहिले तर, पहिल्या आरशात उलट, आणि दुसऱ्यात प्रतिमेच्या उलट म्हणजे मूळ वस्तूसारखी दिसते. काटकोनात ठेवलेल्या आरशात हे पाहता येते. तसेच नाणे अथवा मेणबत्ती यांच्या प्रतिमांचे पुनःपुन्हा परावर्तन होते आणि प्रतिमांची संख्या कोन वाढला तर कमी आणि कमी झाला तर जास्त दिसते. प्रकाश सरळ रेषेत परावर्तित होतो म्हणून वस्तू आणि प्रतिमा यांमध्ये अदलाबदल झाली तरी प्रकाशाचा मार्ग तोच राहतो. एकाला दुसऱ्याचे डोळे दिसले तर दुसऱ्याला पहिल्याचे दिसतात. परावर्तन होताना त्याच कोनातून होते म्हणून तुमच्या उंचीच्या निम्म्या आकाराचा आरसा तुमची पूर्ण प्रतिमा दाखवतो. कितीही अंतरावर राहिले तरी हे प्रमाण बदलत नाही. अंतर्गोल आरशात परावर्तित होणारे किरण एकमेकांना छेदून डोळ्यांत शिरतात म्हणून प्रतिमा उलट दिसते.

काचेला पारा अथवा चांदीचा पातळ थर लावून आरसे बनवतात. साध्या काचेवर जेव्हा प्रकाशकिरण पडतात तेव्हा सर्वच किरण आरपार जात नाहीत. थोड्या प्रमाणात प्रकाशाचे परावर्तन होते आणि धूसर प्रतिमा दिसते. काचेमागे पांढरा कागद असेल तर परावर्तित प्रकाशाचे प्रमाण वाढते. हा परावर्तित प्रकाश प्रतिमेत मिसळतो आणि प्रतिमा आणखी धूसर बनते. काळा कागद लावला तर प्रकाश शोषला जातो आणि प्रतिमा पहिल्यापेक्षा स्पष्ट दिसते.

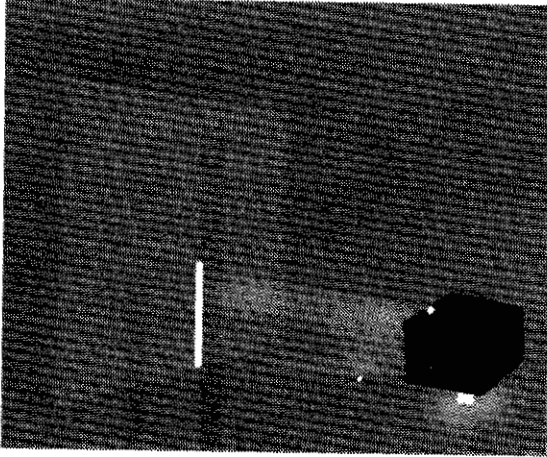
इंद्रधनुष्याचे रंग मनोहर!

पांढरा दिसणारा प्रकाश अनेक रंगांनी बनलेला असतो. लोलक वापरून हा रंगोत्सव आपण पाहू शकतो.

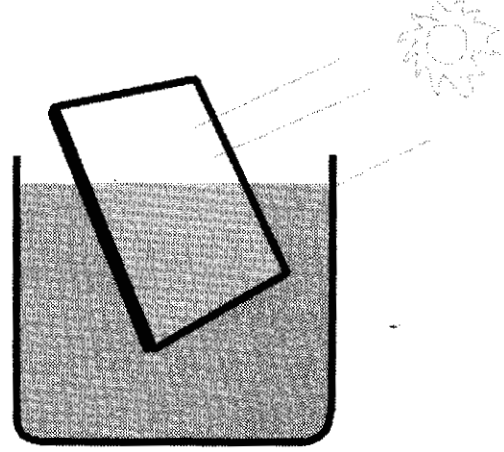
साहित्य : काचेचा लोलक (प्रिझ्म), प्रखर पांढरा दिवा, पडदा, आरसा, पाणी, सूर्यप्रकाश, रुंद तोंडाचे भांडे, लाकडाचा अथवा जाड पुठ्याचा खोका.

कृती :

१. एक प्रखर पांढरा दिवा लाकडाच्या चौकोनी खोक्यात बंदिस्त करावा आणि एका बाजूने उभी अरुंद खाच पाडावी. त्यातून दिव्याची शलाका बाहेर येईल.
२. काळोख्या खोलीत हा दिवा पेटवा आणि समोर पडदा ठेवा. पांढऱ्या प्रकाशाची रेषा पडद्यावर उमटेल. काळोखामुळे प्रकाशाचा मार्गही दिसेल.



३. त्या मार्गात लोलक धरा आणि सावकाश लोलकाचा प्रकाशरेषेशी होणारा कोन लोलक हलवून बदला. पडद्यावर सात रंगांची मनोहारी प्रतिमा दिसेल. सरळ रेषेत जाणारा प्रकाश लोलकातून गेल्यावर दिशा बदलून परत सरळ रेषेत जाऊन पडद्यावर पडेल. कोणता रंग कमी वक्र आणि कोणता सर्वात जास्त वक्र झाला आहे पाहा. रंगांचा अनुक्रम शोधता येतो का?
४. पाण्याने भरलेले भांडे सूर्यप्रकाशात ठेवा. त्यामध्ये आरसा ठेवा. आरशाचा ३/४ भाग पाण्याखाली जाईल असा ठेवा. सूर्याकडे किंवा सूर्याच्या आरशातल्या प्रतिमेकडे सरळ पाहू नका, त्यामुळे डोळ्यांना कायमची



इजा होण्याचा संभव असतो. आरशाचा कोन असा ठेवा की परावर्तित झालेला सूर्यप्रकाश पाण्यावरती पडावा. पाण्याच्या पृष्ठभागावर तुम्हांला काय दिसते पाहा:

प्रकाशकण (फोटॉन) हे प्रकाशाच्या ऊर्जेचे वहन करतात. आपल्या डोळ्यांना दिसणारा पांढरा प्रकाश सात रंगांचा बनलेला असतो : तांबडा, नारिंगी, पिवळा, हिरवा, निळा, पारवा, जांभळा (ता ना पि हि नि पा जा). इंद्रधनुष्यात हेच सप्तरंग दिसतात. प्रत्येक रंगाच्या प्रकाशकणांची ऊर्जा वेगळी असते. (लाल रंगाची कमी तर जांभळ्या रंगाची जास्त असते.) प्रकाश हा लहरींच्या स्वरूपात प्रवास करतो. लहरींच्या दोन सारख्या उंचीच्या बिंदूतील अंतराला 'लहरीची तरंगलांबी' असे म्हणतात. प्रत्येक रंगाची तरंगलांबी (वेव्हलेंग्थ) वेगळी असते (जांभळ्या रंगाची कमी तर लाल रंगाची जास्त असते.). लोलकातून प्रकाश जाताना त्याचा मार्ग बदलतो. या क्रियेला 'प्रकाशाचे वक्रीभवन' असे म्हणतात (रिफ्रॅक्शन). वक्रीभवन होताना प्रत्येक रंगाची लहर तरंग लांबीच्या प्रमाणात मार्ग बदलते. जांभळा रंग जास्त तर लाल रंग कमी वक्रीभूत होतो. बाकी रंग या दोन रंगांमध्ये विखुरले जातात. या रंगक्रमाला 'प्रकाशाचा वर्णपट' असे म्हणतात. पाण्यातून जातानाही प्रकाशाचे वक्रीभवन होते. सूर्यप्रकाश योग्य कोनामध्ये पावसाच्या पाण्याच्या थेंबावर पडला तर लोलकाप्रमाणे प्रकाशाचे वक्रीभवन होते आणि इंद्रधनुष्य दिसते. वरील प्रयोगात आरसा आणि सूर्यप्रकाशाचे किरण यांतील कोन योग्य असेल तर पाण्याच्या पृष्ठभागावर रंग पसरलेले दिसतील.

विविध रंग दाखवणारी चकती

काळ्या पांढऱ्या रंगाची चकती रंगीत कशी दिसेल? ही विशिष्ट चकती फिरवून पाहा. काळ्यापांढऱ्या रंगांतून सप्तरंग उमटतील.

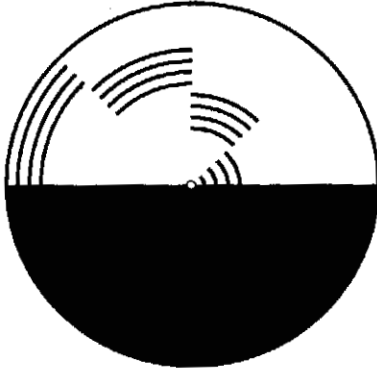
साहित्य : पांढरा कागद, पुट्टा, कात्री, टाचणी, काठी, काळा रंग अथवा शाई, कंपास.

कृती :

१. पांढऱ्या कागदावर कंपासने ५ सें.मी. व्यासाचा गोल कापून घ्या. अर्धा गोल काळ्या रंगाने रंगवा. उरलेल्या अर्ध्या गोलात आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे कंपासने प्रथम रेषा काढून घ्या. मग त्या शाईने अथवा रंग आणि ब्रश वापरून ठळक करा.

२. ही चकती पुट्ट्यावर डिंक लावून चिकटवा. त्याच्या आकाराभोवती कापून गोल चकती तयार करा. मध्यभागी टाचणीने भोक पाडा.
३. भोकातून टाचणी घालून ती काठीच्या टोकावर टोचून पक्की करा. भोक थोडेसेच मोठे हवे. त्यामुळे चकती फिरवल्यास सहजपणे भिरभिऱ्यासारखी फिरेल पण टाचणीवरून सरकून खाली पडणार नाही. हवेतर टाचणीचे टोक पकडीने वळवा.
४. टाचणीच्या आसाभोवती चकती हाताने वेग देऊन फिरवा. रंगाची वर्तुळे दिसतील. चकती विरुद्ध दिशेने फिरवून पाहा.

वस्तूचा रंग हा त्या वस्तूवर पडणाऱ्या प्रकाशावर अवलंबून असतो. रंग हा पदार्थाचा अंगभूत गुणधर्म नाही. (उदा. आकार हा पदार्थाचा अंगभूत गुणधर्म आहे. चेंडू सदैव गोल असतो.) पांढरा चेंडू पांढऱ्या प्रकाशात पांढरा दिसेल तर निळ्या प्रकाशात काळसर दिसेल. काळोखात चेंडूला रंगच असत नाही.



लाल रंग लगेच लक्ष वेधून घेतो. म्हणून थांबा, धोका ही खूण लाल रंगाची असते. मानवी डोळ्यांतील पडद्यावर असलेल्या रंगपेशींना लाल रंग सर्वात जास्त उत्तेजित करतो. रोषणाईमध्येही लाल रंगाचा जास्त वापर करतात. लाल रंगाच्या प्रकाशात झोपले तर अस्वस्थपणा, निद्रानाश यांसारखे रोग वाढतात असे एका पाहणीद्वारे आढळले आहे.

डोळ्यांना दिसणारा पदार्थाचा रंग दोन घटकांमुळे ठरतो. डोळ्यांसमोर जे आहे, आणि डोळ्यांना जे दिसते. या दोन घटकांमध्ये फरक असू शकतो. वेगवेगळ्या रंगांना डोळ्यांनी ओळखायची कुवत व्यक्तीव्यक्तीमध्ये कमीअधिक असते. पदार्थावर पडलेल्या सर्व रंगांचे परावर्तन करणारी वस्तू पांढरी दिसते, तर सर्व रंग शोषणारी वस्तू काळी दिसते. काळ्या व पांढऱ्या रंगांच्या संवेदना झपाट्याने एकामागे एक अशा डोळ्यांच्या पडद्यावर पडत राहिल्या तर मेंदूचे असमान उत्तेजन होऊन रंगांची वर्तुळे दिसतात. त्यामुळे वरील काळीपांढरी चकती फिरवली तर रंगीत रेषांची वर्तुळे दिसतात. त्याचप्रमाणे रंगाच्या संवेदना विशिष्ट क्रमाने झपाट्याने डोळ्यांवर पडल्या तर रंग मिसळून पांढरा रंग दिसतो. रंगीत चकती करून फिरवली आणि रंगाचे प्रमाण विशिष्ट राखले तर चकती पांढरी दिसते.

रंगांची सरमिसळ

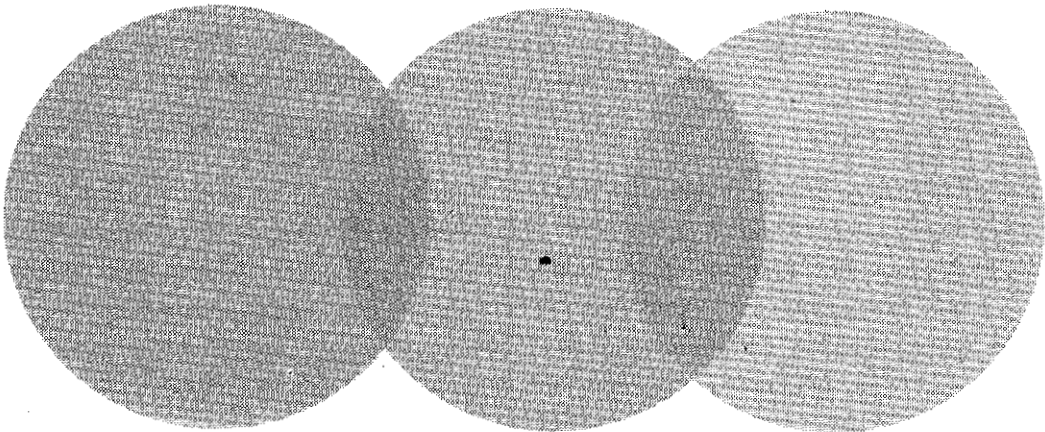
लाल आणि पिवळा रंग मिसळला तर केशरी रंग बनतो. तीन मूळ रंग एकमेकांत मिसळले तर किती रंग मिळू शकतात? हजारो छटादेखील त्यातून बनवता येतात.

साहित्य : लाल, पिवळा आणि निळा रंग शोषणारा पातळ कागद (टिशू पेपर), पांढरा ताव, गोंद, पाणी, (कागदाऐवजी रंग वापरले तरी चालते.), रंगवायला ब्रश.

कृती :

1. तीनही रंगांच्या कागदाचे ५ सें.मी. आकाराचे गोल कापा.
2. मध्यभागी एकमेकांवर येतील अशा तऱ्हेने एक लाल आणि एक पिवळा चौकोन पांढऱ्या कागदावर चिकटवा.
3. पाणी मिसळलेला गोंद ब्रशने या कागदावर पसरवा. दोन्ही गोल पूर्ण ओले करा. बाजूला पिवळा आणि लाल, मधली पट्टी केशरी दिसेल.
4. हाच प्रयोग तीनही रंगांचे, दोन रंगांचे असे गोल एकमेकांवर ठेवून किती रंग मिळतात पाहा.
5. चौरस कागदाऐवजी रंगपेटीतील तीन रंग बशीमध्ये पाणी वापरून तयार करा. आता रंग मिसळताना वेगवेगळे रंग मिसळून पाहा. वेगवेगळ्या रंगांचे प्रमाण बदलले तर रंगांच्या विविध छटा मिळतात असे आढळून येईल.

पदार्थावर जेव्हा प्रकाश पडतो तेव्हा प्रकाशाचे परावर्तन होते आणि असे किरण डोळ्यांत शिरतात, आणि आपल्याला पदार्थाचा आकार व रंग दिसतो. हिरव्या रंगाचा कपडा आपल्याला हिरवा दिसतो. कारण त्यावर पांढरा प्रकाश पडला की वर्णपटातील इतर सर्व रंग शोषले जातात आणि फक्त हिरवा रंग परावर्तित होऊन डोळ्यांत शिरतो. पांढरा रंग सात रंगांनी बनलेला आहे. पांढऱ्या रंगात सर्व रंगांचे प्रकाशकण असतात. त्यांतील काही शोषले जातात आणि काही परावर्तित होऊन डोळ्यांत शिरतात. ज्या रंगाचे प्रकाशकण परावर्तित होतात तो रंग वस्तूला प्राप्त होतो. लाल, पिवळा आणि निळा हे तीन प्राथमिक रंग आहेत. हे रंग वेगवेगळ्या प्रमाणात मिसळले तर इतर सर्व रंग मिळू शकतात. बाकी सर्व रंगांना दुय्यम रंग म्हणतात. लाल आणि निळा रंग मिसळला तर जांभळा रंग मिळतो, निळा आणि पिवळा मिसळला तर हिरवा मिळतो, लाल, निळा, पिवळा सम प्रमाणात मिसळले तर राखी रंग मिळतो. दूरचित्रवाणीच्या कॅमेऱ्यामध्ये टिपलेले चित्र या तीन रंगांचे झोत वापरून रंगीत संचाच्या पडद्यावर उमटते आणि आपल्याला सर्व रंगांचे चित्र दिसू शकते.



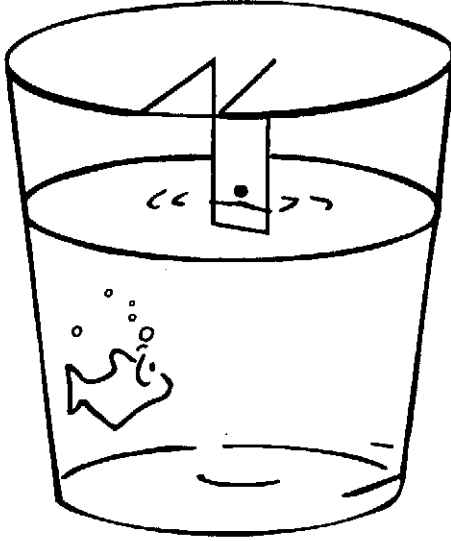
प्रवास करणाऱ्या रंगांची गुपिते

रंगीत शाई वेगवेगळ्या रंगांची रसायने वापरून बनवलेली असते. दिलेल्या रंगांतील मूळ रंग सोप्या प्रयोगाने तुम्हांला शोधता येतात.

साहित्य : वेगवेगळ्या रंगांची पेने (स्केचपेने अथवा जाड रंगरेषा देणारी मार्कर्स), पेले, पाणी, पांढऱ्या रंगाचा पातळ टिपकागद, कात्री, कंपास.

कृती :

१. कंपासने टीपकागदावर गोल कापून घ्या. जितके रंग असतील तितके गोल कापा. गोलाचा आकार काचेच्या पेल्याच्या तोंडापेक्षा थोडा मोठा असावा.
२. कागदावर एका बाजूला मध्यापर्यंत एक सें.मी. रुंदीची पट्टी कापून ती आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे खाली दुमडावी.



३. पाणी भरलेल्या पेल्यावर ही चकती ठेवली तर तिचे तळचे टोक पाण्याला फक्त स्पर्श करेल इतकेच बुडावे. पेल्यात तेवढेच पाणी भरा. बुडालेल्या टोकाच्या जरा वरती एक जाड टिपका रंगीत पेनाने काढून घ्या.
(टिपका पाण्यात बुडला तर रंग पाण्यात विरघळून त्या रंगाचे पाणी बनेल. हे होऊ देऊ नका.)

४. १५ ते २० मिनिटांनी पाहा. पाणी टीपकागदावर हळूहळू वर चढेल. ठिपक्यापर्यंत पोचून वर चढताना ज्या रंगाच्या मिश्रणाने ही शाई बनली आहे ते रंग वेगळे होतात आणि पाण्यासोबत वर चढू लागतात.
५. ठिपक्याच्या रंगावरून आपल्याला कोणते रंग दिसतील याचा आधी अंदाज करा आणि तो खरा ठरतो का पाहा.
६. काही रंग अजिबात वेगळे होणार नाहीत. हे रंग कोणते आहेत?
७. गरम पाणी वापरून हाच प्रयोग करून पाहा. तापमानामुळे रंग वेगळे होताना काय फरक पडतो?

रंगीत शाई तयार करण्यासाठी वेगवेगळ्या रंगांची रसायने एकत्रित केली जातात. त्या त्या रंगाचे रेणू पाण्यामध्ये विरघळून रंग बनतो. रंगांचे मिश्रण करून हवा तो रंग बनवला जातो. कधीकधी रंगपंचमीचे रंग पुडीच्या स्वरूपात कोरडे असताना आणि पाण्यात विरघळून गेल्यावर रंगामध्ये फरक पडतो. रंगीत शाईने लिहिताना किंवा रंगवताना द्रवभाग सुकतो आणि रंग कागदावर, कपड्यावर उरतात. वरील प्रयोगात पाणी टीपकागदामध्ये सावकाश मुरत चढत जाताना ठिपक्यापर्यंत पोचते तेव्हा रंगाचे रेणू पाण्यात विरघळतात आणि पाण्याबरोबर वर चढतात. प्रत्येक रंगाचा रेणू वेगळ्या वेगाने वर चढतो. कारण काही रंगांचे रेणू आकाराने मोठे आणि जड असतात तर काही लहान, हलके असतात. जर ठिपक्याचा रंग दोन किंवा तीन रंगांच्या मिश्रणाने बनलेला असेल तर घटक रंगाच्या रेणूच्या वजन आणि आकाराप्रमाणे वेगवेगळ्या वेगाने ते वर चढतात. या पद्धतीने रंग वेगळे होण्याच्या तत्त्वावर आधारित तंत्रशास्त्राला 'क्रोमॅटोग्राफी' असे म्हणतात. रसायनतज्ञ या तंत्राचा उपयोग करून औषधातील, रंग रसायनातील घटक पदार्थ, त्यांचे प्रमाण शोधतात. याला 'रंगलेखन' (कलर रायटिंग) असेही म्हणतात. वरील प्रयोगात जे तीन प्राथमिक रंग आहेत ते तसेच एका वेगाने वर चढतील तर बाकी रंग पसरतील.

एक छोटेसे नाटुकले!

‘पदार्थ आणि ऊर्जा’ या विषयाच्या ज्या कृती दिल्या आहेत त्या तीनचार अथवा जास्त मुलांचा गट करून त्यांनी इतर मुलांना करून दाखवायच्या आहेत. सोबत प्रत्येक कृतीमागची भूमिका आणि ज्ञान मुलांनीच समजावून सांगायचे आहे. एकामागे एक अशा या पाच कृती करून दाखवल्या तर जादूचा किंवा मनोरंजनाचा कार्यक्रम असतो त्याप्रमाणे विज्ञानदर्शनाचा कार्यक्रम, तयारी करून मुलेच इतर मुलांसमोर सादर करू शकतील. प्रयोगामागचे विवेचन करून कृती झाल्यावर उपस्थित मुलांनी प्रश्न विचारावेत आणि त्या प्रश्नांना शक्यतो सादरकर्त्या मुलांनीच उत्तरे द्यावीत. शिक्षकांनी मदतनीस किंवा निरीक्षक ही भूमिका स्वीकारावी. आठवी, नववी, दहावी इयत्तेतील प्रत्येकी दोन मुले निवडून त्यांची तयारी करून घ्यावी. दोघे प्रयोग करतील, दोघे मदत करतील आणि दोघे माहिती सांगतील. आपल्यातील काही मुले यात भाग घेत आहेत हे पाहून इतर मुलांना प्रोत्साहन मिळेल.

एखादा वक्तृत्वगुण असलेला निवेदक मुलगा हे प्रयोग समोरच्या मुलांना सहभागी करत, प्रश्न विचारत मनोरंजन होईल अशा पद्धतीने सादर करू शकेल. या पाच कृती

आपल्या वेदपुराणांत सांगितलेल्या पंचमहाभूतांवर आधारित आहेत. त्या काळी हे विश्व पाच तत्त्वांनी बनले आहे असे मानत. आज एकविसाव्या शतकापर्यंत विज्ञानाने प्रचंड झेप घेतली आहे आणि पदार्थाबद्दल जे संशोधन केले आहे त्यामध्ये आणि पंचमहाभूते या कल्पनेमध्ये विलक्षण साम्य आहे. आज फक्त याबद्दल आपल्याला नेमके ज्ञान आहे.

पृथ्वी - हे सर्व घनपदार्थांचे प्रतीक

आप - जल हे सर्व द्रवपदार्थांचे प्रतीक

वायू - हे सर्व वायुपदार्थांचे प्रतीक

तेज - हे सर्व प्रकारच्या ऊर्जेचे प्रतीक

आकाश - कोणत्याही स्वरूपात जणू अस्तित्वात नाही असे त्रिमितीतील अवकाश

अवकाश सोडून ग्रीक तत्त्वज्ञानात यांतील चार तत्त्वे मानली गेली आहेत. आज या चार अवस्था एकमेकांत बदलू शकतात आणि चारी अवस्थांचे मूलभूत घटक तेच आहेत, हे ज्ञान आपल्याला आहे. हे प्रयोग करण्यापूर्वी मुलांना याबद्दल निवेदकाने सांगायचे आहे.



पृथ्वी

पृथ्वी हे पंचमहाभूतांतील पहिले तत्त्व आहे. विश्वातील सर्व घनपदार्थांचे ते प्रतीक मानले जाते.

साहित्य : पातळ कागद, पत्र्याचे गोल नळकांडे, हिराची झाडू, बाटली, नाणी, मीठ, रबरबँड.

कृती :

प्रयोग १ -

१. कागद घेऊन तो किती पातळ आहे, त्याला हिराच्या काडीने सहज भोक पाडता येते हे प्रात्यक्षिक मुलांना करून दाखवा.
२. पत्र्याचे नळकांडे म्हणून उदबत्तीचा रिकामा डबा अथवा अंगाला लावायच्या पावडरचा रिकामा डबा तळ कापून वापरता येईल. डब्याच्या तळावर एकपदरी कागद पसरवा आणि रबरबँडने आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे पक्का अडकवा.
३. डब्यामध्ये सहा-सात इंच उंचीपर्यंत मीठ घालून ठेवा.
४. आता हिराची झाडू डब्याच्या वरील तोंडातून डब्यात घाला आणि हळूहळू जोर देत, गोल फिरवत आत घाला. झाडू खाली जाते, पण कागद फाटत नाही. या युक्तीला 'यान पोझ' असे म्हणतात. कागदावर इतका जोर दिला तरी तो फाटत नाही, कारण मध्ये असलेले मीठ वरून लावलेला जोर कागदापर्यंत पोचू देत नाही. मीठ दृष्टीला सलग घनपदार्थ दिसले तरी त्यामध्ये रिकामी जागा असते आणि ती हवेने व्यापलेली असते. जेव्हा झाडूने वरून जोर दिला जातो तेव्हा मिठाचे कण एकमेकांजवळ येतात आणि सर्व जोर मधल्या हवेचे आकुंचन होण्यासाठी समप्रमाणात वापरला जातो. समान वाटला जातो. मिठातच शोषला गेल्यामुळे आणि समप्रमाणात वाटला गेल्यामुळे कागद फाटत नाही. कागद फाटण्यासाठी एकाच ठिकाणी प्रथम फाटणे आवश्यक असते. वरून दिलेल्या जोरामुळे मिठाचे तापमान थोडेसे वाढते. लावलेल्या यांत्रिक ऊर्जेचे



उष्णतेत रूपांतर होते. पण ते नगण्य असते म्हणून तापमानातील फरक जाणवत नाही.

प्रयोग २ -

पातळ कागदाची पट्टी कापून ती बाटलीच्या अरुंद तोंडावर ठेवा. नाण्यांची चळत करून ती वरती ठेवा. खाली रुंद दोन रुपयांचे तर क्रमाने उतरत्या आकाराची नाणी वरती ठेवा. समोर असलेल्या प्रेक्षकांपैकी एक-दोन मुलांना बोलवून नाणी खाली न पाडता पट्टी काढता येते का याबद्दल प्रयत्न करायला सांगा. कागद ओढला की नाणी खाली पडतील. यानंतर बोट ओले करून कागदाची पट्टी बोटाने पकडा. ओले बोट असले तर कागद घट्ट पकडला जातो. एक झटक्यात पट्टी ओढा, नाणी बाटलीच्या तोंडावरच राहतील.



हे दोन्ही प्रयोग करण्यापूर्वी स्वतः करून पाहा. थोड्या सरावाने सहज करता येतात.

दुसऱ्या प्रयोगात पदार्थाचे जडत्व हा गुणधर्म वापरला आहे. न्युटनच्या पहिल्या नियमानुसार स्थिरवस्तू स्थिर तर गतिमान वस्तू सरळ रेषेत गतिमान राहण्यासाठी प्रयत्न करतात. यात बदल घडवायला बाह्य प्रेरणा लावावी लागते. सर्व घनपदार्थांचा हा गुणधर्म आहे. नाण्याची चळत आणि कागद यांमधील घर्षण त्या दोघांना स्थिर ठेवते. चेंडू अथवा चाकामध्ये चिकटलेला पृष्ठभाग कमी असतो. म्हणून घर्षण प्रेरणेला थोडासा जोर लावला तर ती घरंगळू लागतात. या प्रयोगात नाणी आणि कागद यांचा चिकटलेला पृष्ठभाग एका झटक्यात अलग केला तर घर्षणाचा जोर जडत्वापेक्षा कमी राहतो आणि कागद सरकतो पण जडत्वामुळे नाणी तिथेच राहतात. जडत्व हे पदार्थाच्या वजनावर अवलंबून असते. वरील प्रयोगात नाण्याऐवजी प्लॅस्टिकच्या चकत्या वापरल्या तर कागदाबरोबर त्या चटकन ओढल्या जातील आणि खाली पडतील.

जल

जल किंवा आप या नावाने गणले जाणारे पंचमहाभूतांतील दुसरे तत्त्व विश्वातील सर्व जलरूप पदार्थांचे प्रतीक मानले जाते. जल म्हणजे पाणी याचा अर्थ, जीवन असाही आहे. या अर्थावरून या तत्त्वाचे महत्त्व जाणता येते.

साहित्य : मेणबत्ती, पंचवीस पैशांचे नाणे, पसरट ताटली, पाणी, रंग, काडेपेटी, काचेचा पेला.

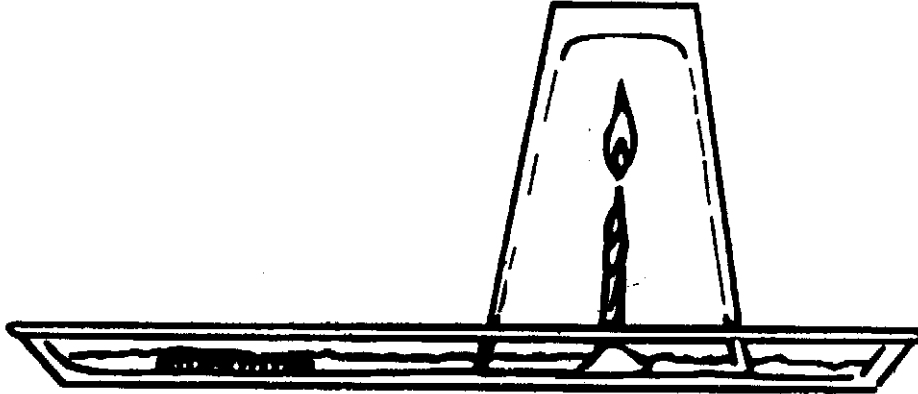
कृती :

१. नाणे पसरट ताटलीत ठेवून त्यावर नाणे बुडेल इतकेच पाणी घाला व त्यात रंग घाला.
२. प्रेक्षकांतील मुलाला बोलावून बोटे ओली न करता नाणे ताटलीबाहेर काढायला सांगा. ताटली तिरकी करून पाणी ओतता येणार नाही तसेच चिमटा वा तत्सम काही वापरून नाणे काढायचे नाही.
३. आता आपण मेणबत्ती, पेला, काडेपेटी वापरून हे करून दाखवतो असे सांगून पुढील कृती करा.
४. काडेपेटी पेटवून ती मेणबत्तीच्या तळाशी धरा. तेथील

थोडे मेण वितळताच झटकन ती नाण्यापासून काही अंतरावर ताटलीत पाण्यामध्ये उभी करा. मेणबत्ती उभी ठेवण्यासाठी प्लॅस्टिकची चकती वापरली तरी चालेल.

५. मेणबत्तीची ज्योत पेटवा आणि त्यावर काचेचा उंच पेला पालथा घाला. ज्योत थोडा वेळ पेटेल आणि मग विझेल. बशीतील पाणी सरकेल आणि पेल्यामध्ये पाण्याची पातळी वाढेल. रंगामुळे ही वाढलेली पातळी स्पष्ट दिसते. नाण्यावरील पाणी सरकल्यामुळे नाणे उघडे पडेल आणि बोट ओले न करता ते उचलता येईल.

(हा प्रयोग करताना पेल्यामध्ये इतर कोणत्याही बाजूने हवा शिरू नये, तसेच पाण्याच्या पृष्ठभागावर असलेला पाण्याचा पातळ पापुद्रा तुटू नये म्हणून पाण्यात थेंबभर द्रवरूप साबण घाला.)



पाणी जमिनीवर ओतले तर ते समपातळीतील सर्व रिकाम्या जागा व्यापते. त्याचप्रमाणे हवाही जागा मिळेल तिथे स्वतःचा शिरकाव करून घेते. हवेला दाब असल्यामुळे हवा सर्वत्र पसरते. सोड्याची बाटली फोडल्यावर वा काचेचा दिवा फुटल्यावर 'भाप' असा आवाज येतो, त्याचे कारण निर्घात जागेत हवा एकदम शिरते. हवेचे कण घासले जातात, कंप पावतात आणि ध्वनी निर्माण करतात. या प्रयोगामध्ये पेल्यात बंद असलेल्या हवेमध्ये मेणबत्ती जळते, कर्बवायू तयार होतो आणि तो पाण्यात विरघळतो. त्या हवेतील १/५ प्राणवायू जळल्यामुळे तेथील हवेत अंशतः पोकळी निर्माण होते. बशीतील इतर पाण्यावर हवेचा दाब जास्त आहे तर पेल्याखालील पाण्यावर तो कमी झाला आहे. त्यामुळे बशीतील पाणी पेल्यात शिरते आणि इतर जागी पाण्याची पातळी कमी होते. नाणे उघडे पडते म्हणून उचलता येतो. शीतपेय पिताना स्ट्रॉचे एक टोक पेयात बुडवून दुसऱ्या टोकाने हवा तोंडाने ओढली जाते. त्यामुळे स्ट्रॉमधील हवेचा दाब कमी होऊन पोकळी निर्माण होते. बाटलीतील पेय स्ट्रॉमध्ये शिरते आणि आपल्याला पिता येते. ओढायचे थांबले की पेय स्ट्रॉमध्ये चढणेही थांबते.

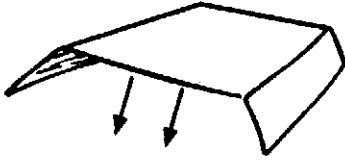
हवा

वायू वा हवा हे पंचमहाभूतांतील तिसरे तत्त्व विश्वातील सर्व वायुरूप पदार्थांचे प्रतीक आहे.

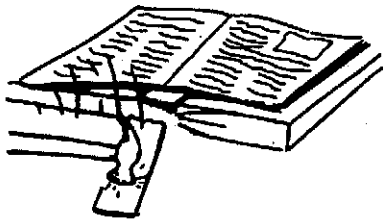
साहित्य : पातळ पुढ्या, वर्तमानपत्राचे मोठे कागद, लाकडी पातळ पट्टी, हातोडा, स्ट्रॉ, कात्री, पाण्याचा भरलेला पेला, रंग.

कृती :

प्रयोग १ : खेळायच्या पत्त्याएवढा जाड पुढ्या घेऊन तो आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे दुमडा. टेबलाच्या कडेपासून दहा-बारा सें.मी. अंतरावर ठेवून फक्त फुंकर मारून हा पुढ्या उलटा करायचा आहे. प्रेक्षकातील मुलांना प्रयत्न करायला सांगा. कितीही प्रयत्न केला तरी हे शक्य होत नाही.



प्रयोग २ : लाकडी पट्टी टेबलवर १/३ बाहेर येईल अशी कडेला ठेवा. वर्तमानपत्राचे दोन मोठे कागद घेऊन, पट्टी मध्यभागी राहिल अशा तऱ्हेने त्यावर पसरा. पट्टीपासून कडेपर्यंत हाताने दाबून कागद टेबलाच्या पृष्ठभागाला व्यवस्थित चिकटेल असे पाहा. कागद आणि पृष्ठभाग यांमधील हवा निपटली गेली पाहिजे. आता हातोडा घेऊन पट्टीवर एकच जोरदार आघात करा. पट्टी पटकन उडेल आणि कागद सरकेल असे तुम्हांला वाटेल किंवा कागद फाटेल व पट्टी उडून पडेल असेही वाटेल. पण प्रत्यक्षात पट्टीचा आघात केलेला तुकडाच मोडून पडतो आणि उर्वरित भाग कागदाखाली टेबलाला चिकटलेला राहतो.

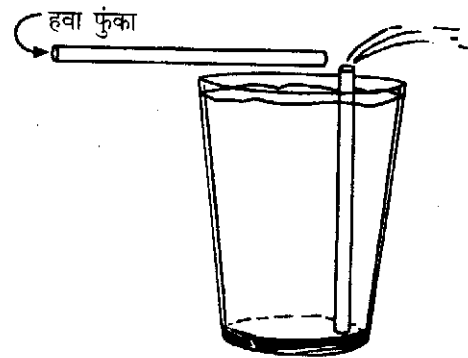


हवा आपल्याला डोळ्याने दिसत नसली तरी हवेचा दाब सर्वत्र पडत असतो, या तत्त्वाचा वरील तिन्ही प्रयोगांत उपयोग केलेला आहे. हवेचा दाब आपल्याला जाणवत नाही, कारण आपले शरीर या दाबाशी जुळवून घेण्याइतके सक्षम असते. पहिल्या प्रयोगात फुंकर मारली की पुढ्याखालील हवा विरळ होते आणि तेथील दाब तात्पुरता कमी होतो. वरून पडणारा दाब जास्त असल्याने कितीही प्रयत्न केला तरी पुढ्या उलटा करता येत नाही. दुसऱ्या प्रयोगात हवा निपटून काढलेली आहे. त्यामुळे वर्तमानपत्र आणि टेबलाचा पृष्ठभाग यांमध्ये हवा नाही. पसरलेल्या कागदामुळे वरून पडणाऱ्या दाबाचे क्षेत्रफळ वाढलेले आहे. वरून पडलेल्या दाबामुळे कागद चिकटून राहतो आणि पट्टीवर आघात केला तरी झटक्यात आघाताचा जोर सर्व कागदावर पसरणे शक्य नसते. सर्व जोर पट्टीवर पडून पट्टी मोडते.

तिसऱ्या प्रयोगात उभ्या स्ट्रॉवरील हवा फुंकर मारल्याने विरळ होते. तेथील दाब कमी होतो. पेच्यातील पाण्यावर असलेला हवेचा दाब त्यापेक्षा जास्त असल्यामुळे पाणी स्ट्रॉमधून वर येते आणि फुंकरीमुळे सर्वत्र पसरते.

बाटलीतील सुगंधी द्रव्य अंगावर उडवताना, कीटकनाशक झाडावर फवारताना हेच तत्त्व वापरले जाते.

प्रयोग ३ : पेच्यात पाणी घाला. त्यामध्ये रंग घाला. एक स्ट्रॉ पाण्यामध्ये पेच्याच्या कडेवर अगदी थोडीच येईल अशी उभी ठेवा. उरलेला भाग कापून टाका. दुसरी स्ट्रॉ आडवी धरून फुंकायची आहे. त्या स्ट्रॉचे दुसरे टोक पहिल्या स्ट्रॉच्या पाण्यावर आलेल्या तोंडाजवळ धरा आणि जोराने फुंका. पेच्यातील उभ्या स्ट्रॉमधून रंगीत पाण्याच्या थेंबाचा फवारा उडेल.



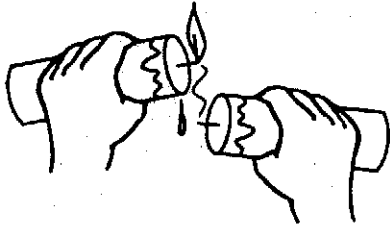
अग्नी

तेज अथवा अग्नी हे पंचमहाभूतांपैकी चौथे तत्त्व मानले आहे. हे विश्वातील सर्व प्रकारच्या ऊर्जेचे प्रतीक आहे.

साहित्य : मेणबत्त्या, चाकू, काडेपेटी, खिळे, पेले, ताटल्या, पट्टी, पसरट ताट, पाणी किंवा कागद.

कृती :

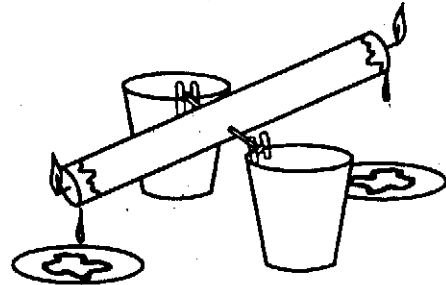
प्रयोग १ : टेबलावर कागद किंवा थोडेसे पाणी घातलेले ताट ठेवा त्यामुळे मेणबत्तीचे वितळलेले मेण थेंब थेंब पडून टेबलाचा पृष्ठभाग खराब होणार नाही. दोन मेणबत्त्या पेटवून दोन हातांत तिरप्या धरा. ज्योती एकमेकींवर याव्या. मेणाचे गरम थेंब हातावर पडणार नाहीत याची काळजी घ्या. हे थेंब कागदावर अथवा पाणी घातलेल्या ताटात पडावे. एक मेणबत्ती फुंकर मारून विझवा. विझलेल्या मेणबत्तीतून येणारा धूर दुसऱ्या पेटलेल्या मेणबत्तीच्या ज्योतीपर्यंत पोचायला हवा अशा तऱ्हेने विझवलेली मेणबत्ती खाली धरा. दूर असूनही विझलेली मेणबत्ती पुन्हा पेटेल.



मेणबत्ती विझवा आणि वर येणाऱ्या धुराच्या रेषेत पेटलेली आगपेटीतील काडी धरा. काडीची ज्योत खाली उडी मारते आणि मेणबत्ती पेटते असे दृश्य दिसेल.

प्रयोग २ : आगीचा सीसाँ - एका मोठ्या मेणबत्तीचा तळ चाकूने खरवडून त्यातील वात बाहेर काढा. पट्टीने मेणबत्तीची लांबी मोजून बरोबर मध्यावर खुण करा. दोन टोकदार खिळे मध्याच्या दोन बाजूला सावकाश फिरवत खुपसा. हे खिळे आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे दोन जवळ ठेवलेल्या पेल्यावरती आडवे ठेवा. मेणबत्तीच्या दोन्ही बाजूच्या वाती पेटवा. पेटलेल्या ज्योतीच्या खाली दोन ताटल्या थोडे पाणी घालून ठेवा, म्हणजे वितळलेले मेण त्यामध्ये पडेल. ही मेणबत्ती बराच वेळ सीसाँप्रमाणे दोन बाजूला वर-खाली अशी खेळत राहिल.

ऊर्जेमुळे पदार्थात बदल घडतात. उष्णता ही एक ऊर्जा आहे. त्यामुळे घनरूप पदार्थ द्रवरूप आणि मग वायुरूप बनतात. सर्व रासायनिक क्रियेत ऊर्जा दिली वा घेतली जाते. मेणबत्ती जळते तेव्हा मेणातील कार्बनचा हवेतील ऑक्सिजनशी संयोग होऊन कर्बवायू बनतो आणि थोडीशी पाण्याची वाफही बनते. ही रासायनिक क्रिया होताना प्रकाश व उष्णता निर्माण होते. तीच मेणबत्तीची ज्योत होय. ही क्रिया होण्यासाठी उच्च तापमान लागते. ते काडी पेटवून पुरवावे लागते. मग तयार झालेली ज्योत पुढील क्रियेसाठी ऊर्जा आणि तापमान पुरवते. अशा तऱ्हेने मेणबत्ती जळत राहते. मेणबत्ती विझते तेव्हा जे धुराचे वलय वर जाते त्यात उष्ण अशा मेणाचेही कण असतात. या कणांना वरील ज्योत लागली की ते जळू लागतात आणि खालून वर येणाऱ्या कणांना पेटवतात. ही क्रिया झटकन होते, त्यामुळे पेटणाऱ्या मेणबत्तीची वा काडीची ज्योत खाली उडी मारून विझलेली ज्योत पेटवते आहे असे दिसते. दुसऱ्या प्रयोगात दोन्ही बाजू पेटवल्या तर जी बाजू किंचित जड आहे ती तरफेच्या नियमाप्रमाणे खाली जाते. जळणारी ज्योत नेहमीच वायूने बनल्यामुळे वरच्या दिशेने पेटत असते त्यामुळे त्या बाजूची ज्योत प्रखर होऊन मेण वितळण्याचा वेग वाढतो. दुसऱ्या बाजूची ज्योत वर असल्याने ती मेणापासून किंचित दूर जाऊन जळत राहते. त्यामुळे वर असलेल्या बाजूचे मेण कमी वेगाने वितळते. खालील बाजू जास्त वितळल्याने हलकी होते आणि वर जाते आणि वर असलेली बाजू खाली येते. आता ही बाजू खाली आल्यामुळे ज्योत आणि मेण जोमाने जळते. अशी क्रिया मेणबत्ती पूर्ण जळेपर्यंत चालू राहते. अशा तऱ्हेने दोन बाजूंच्या ज्योती सीसाँचा खेळ खेळतात.



टीप - मेणबत्तीत खिळे घुसवताना दहा सेकंद ज्योतीवर धरले तर गरम होतात आणि ते मेणामध्ये पटकन शिरतात. तसेच, हे प्रयोग करताना एकदोन मोठी माणसे जवळ असावीत.

अवकाश

अवकाश हे पंचमहाभूतातील पाचवे तत्त्व आहे. आधीची चारही तत्त्वे ज्या ठिकाणी नाही ती पोकळी म्हणजे आकाश वा अवकाश. अणूमध्ये किंवा अणुंनी बनलेल्या पदार्थांमध्ये जी पोकळी असते तिचे अवकाश हे प्रतीक आहे.

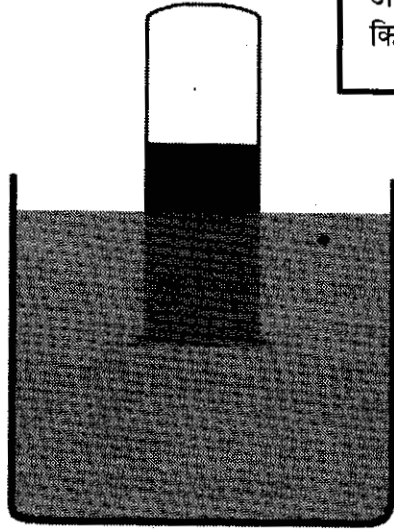
साहित्य : पारा, १ मीटर उंचीची, अर्धा सें.मी. व्यासाची काचेची परीक्षानळी, काचेचे पसरट भांडे, फनेल, पेला, स्टँड.

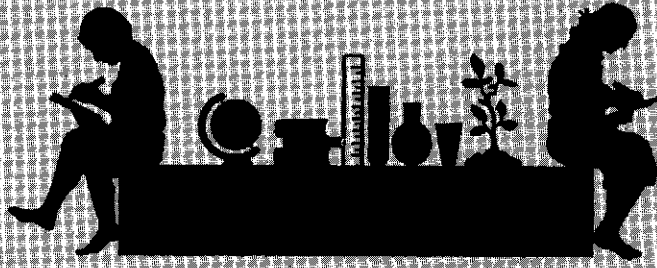
कृती :

१. बारीक नळीचे फनेल वापरून पेल्याने पारा उंच परीक्षानळीत पूर्ण भरा. मध्ये हवेचे बुडबुडे राहणार नाहीत याची काळजी घ्या.
२. काचेच्या पसरट भांड्यात पाणी ओता. २ ते ३ सें.मी. चा पाण्याचा थर भांड्यामध्ये हवा.
३. परीक्षानळीच्या तोंडावर अंगठा ठेवा आणि कणभरही पारा बाहेर येणार नाही अशी काळजी घेऊन नळी उलट करा.
४. नळी अंगठा दाबून धरलेल्या अवस्थेत भांड्यातील पाण्यात बुडवा. पाण्यामध्ये तोंड पूर्ण बुडल्यावरच सावकाश अंगठा काढून घ्या. नळीमध्ये अजिबात हवेचा शिरकाव होऊ नये. पाण्याचा स्तंभ नळीत उभा राहिल. ही नळी स्टँडचा उपयोग करून उभी धरा.
५. नळीतील पाण्याचा स्तंभ खाली येईल आणि एका ठरावीक उंचीवर तसाच राहिल. पाण्याच्या जागी वरच्या

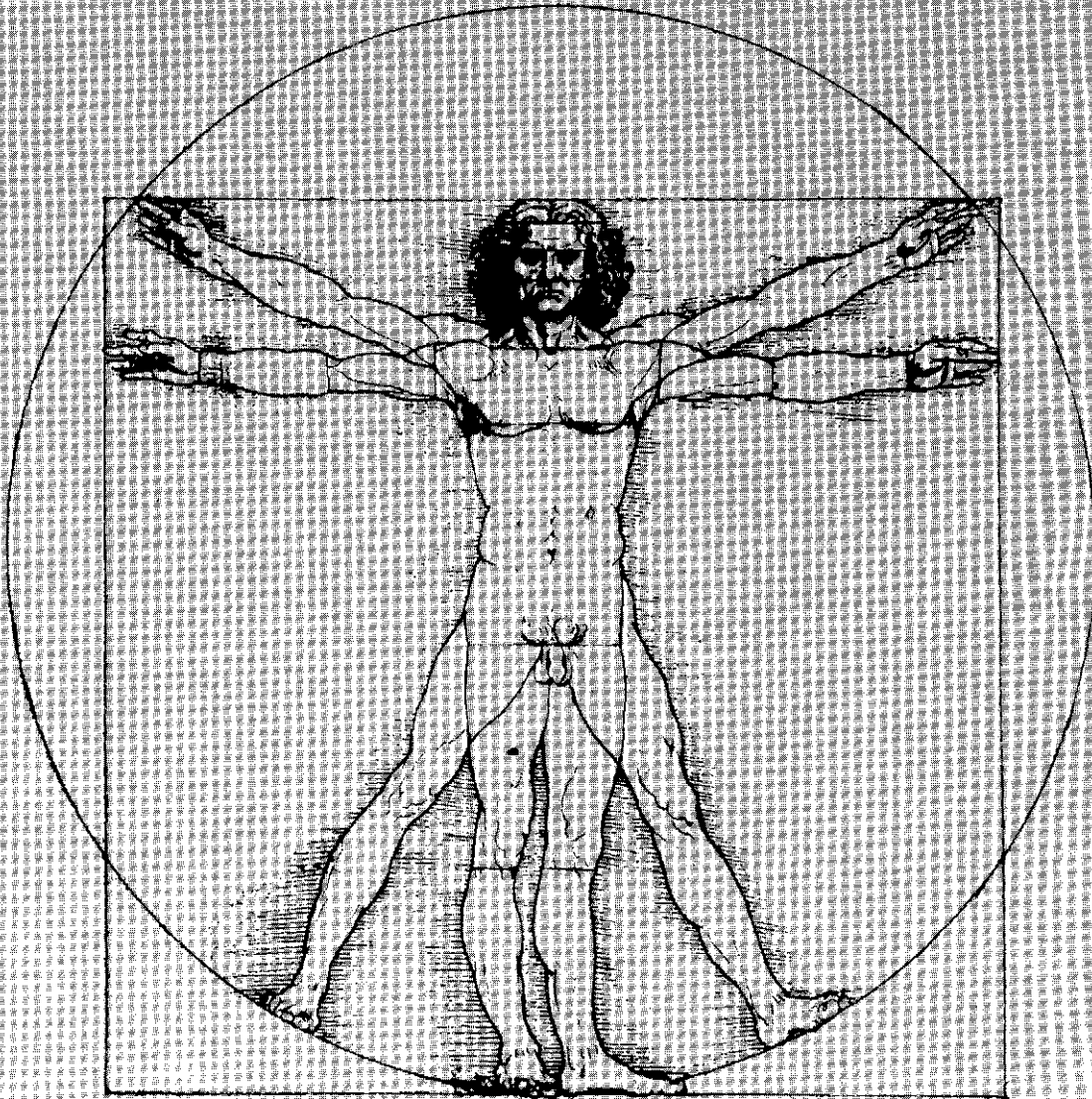
बाजूला नळीत जी पोकळी निर्माण होईल त्यामध्ये हवेचा कुटूनही शिरकाव होऊ शकत नाही. ही संपूर्ण निर्वात अशी पोकळी म्हणजे अवकाश आहे. तिला 'टॉरचेलीची पोकळी' म्हणतात.

विश्वाचा फार मोठा भाग अवकाशाने व्यापलेला आहे. पाश्चात्य इतिहासात फक्त चारच तत्त्वे मानलेली आहेत, पण भारतीय वेदपुराणे पाच तत्त्वे मानतात. कोणताही पदार्थ कोणत्याही अवस्थेत अस्तित्वात नाही अशा पोकळीला अवकाश म्हटले जाते. त्यामधून विद्युत्चुंबकीय लहरी, गुरुत्वाकर्षण वगैरे बले कार्य करू शकतात. हवा दिसत नाही, पण पृथ्वीवरील कोणत्याही रिकाम्या जागेत हवा शिरते. हवा सर्वत्र असल्याने अवकाश निर्माण करणे सोपे नसते. हवेचा दाब समुद्रसपाटीला पाण्याच्या ७६ सें.मी. उंचीच्या स्तंभाइतका असतो. नळीची उंची त्याहून जास्त असल्याने पारा खाली येतो. त्या जागी काहीही शिरू शकत नसल्याने अवकाश निर्माण होते. दिव्यामध्ये किंवा हवाबंद डब्यामध्ये कृत्रिम रितीने पंप वापरून हवा बाहेर काढली जाते पण हवेचा थोडातरी अंश आत राहतो. टॉरचेलीची पोकळी मात्र पूर्ण निर्वात असते. हेच तत्त्व वापरून दाबमापक बनवले जातात. समुद्रसपाटीपासून जसे उंच जावे तशी हवा विरळ होते आणि तिचा दाब कमी होतो, त्या प्रमाणात पाण्याच्या तोलून धरलेल्या स्तंभाची उंची कमी होते. पृथ्वीपासून १० ते २० कि.मी. वर हवा खूप विरळ आहे. तरी पूर्ण अवकाशात जाण्यासाठी पृथ्वीपासून अडीचशे कि.मी.च्या वर प्रवास करावा लागतो.

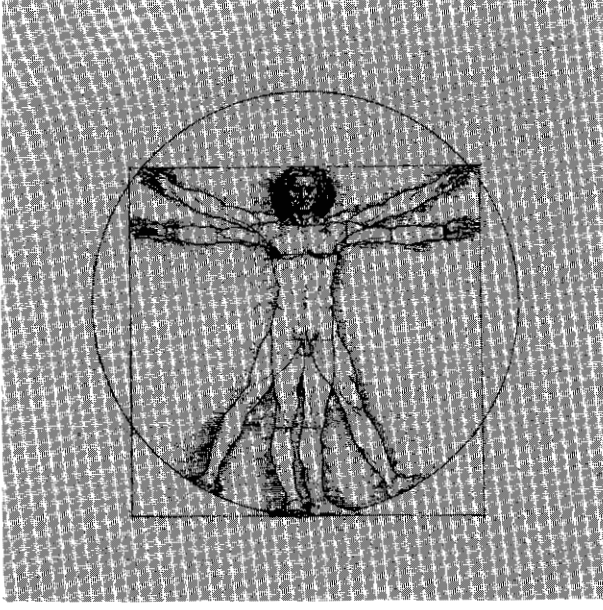




मानव



मानव



अनुक्रम

मानव - निसर्गातील सर्वात मोठा चमत्कार / ११९
एक अजब लढाई / १२०
तुम्ही डावखुरे आहात का? / १२१
तुम्ही किती लवचीक आहात? / १२२
कानांच्या मदतीने शरीर तोलणार? कसे? / १२३
अवयवांच्या आकाराचे एकमेकांशी प्रमाण असते का? / १२४
तुमचे पोट नक्की कुठे आहे? / १२५
आपले हात किती चटकन फसतात बघा बरे! / १२६
तुमच्या प्रतिक्रिया किती झटकन होतात? / १२७
स्नायूंची अजमावा क्षमता / १२८
आराम हराम नाही! / १२९
चेहऱ्यामागचा चेहरा / १३०
चेहऱ्यावरूनच भावना ओळखाल? / १३१
शरीरात दडलेले घड्याळ / १३२
आपण असे का वागतो? / १३३
आपली शक्ती किती वॅट आहे? / १३४
आपले हृदय कसे काम करते? / १३५
श्वासोच्छ्वास? किती लिटर हवा आहे? / १३६
अन्नाचे पचन पोटात होते कसे? / १३७
बोटांचे ठसे कसे घेतात? / १३८
तुमच्यासारखे फक्त तुम्हीच! / १३९
आपल्या हातांवर लपलेली जंतूंची फौज / १४१
नैसर्गिक महासंगणक / १४२
मेंदूलाही व्यायाम लागतो? / १४३
तुम्ही विसरभोळे आहात का? / १४४

एक सप्तरंगी दिवस / १४५
आपल्या ज्ञानेंद्रियांचे काम चालते कसे? / १४६
आपल्या डोळ्याचे बनवू या मॉडेल! / १४७
एकापेक्षा भले दोन / १४८
रंगीबेरंगी फसगत / १४९
आवाजांची अनोखी दुनिया / १५०
आपल्याला स्पर्शज्ञान किती आहे? / १५१
हाथ की सफाई? / १५२
आपले नाक किती तिखट आहे? / १५३
जिभेचा नकाशा? कसा काय काढणार? / १५४
नाकाने चव ओळखणार? / १५५

मानव – निसर्गातील सर्वात मोठा चमत्कार

‘मानव’ हे एक निसर्गाने निर्माण केलेले आश्चर्य आहे. मानवाच्या ठायी असलेली अफाट क्षमता हा एक मोठाच चमत्कार आहे. मेंदूची केवळ दहा टक्के आणि शरीराची तीस टक्के क्षमता वापरून त्याने इतके काही कमावले आहे की, ‘मी तरी काय करू, मी माणूस आहे’, अशी सबब कुणीही सांगणे खरोखरच चुकीचे आहे. ‘अनंत अमुची ध्येयासक्ती, अनंत अन् आशा, किनारा तुला पामराला’ या कुसुमाग्रजांच्या ओळी मानवी कर्तृत्वाच्या बाबतीत अगदी खऱ्या आहेत. आपल्या कल्पनेपेक्षा आपण बरेच काही करू शकतो.

इतर प्राण्यांपेक्षा मानवी हात अनेक क्रिया करू शकतात, याचे रहस्य त्याच्या हाताचा अंगठा आहे. अंगठा दुमडून चिकटपट्टीने तळहाताला चिकटवून ठेवा आणि उरलेल्या चार बोटांच्या साहाय्याने लिहिणे, खाणे, कपडे घालणे, चेंडू फेकणे यांसारख्या सोप्या कृती करून पाहा. किती कठीण जाते? आपल्या पूर्वजांनादेखील अंगठ्याचे महत्त्व कळले होते. एकलव्याने द्रोणाचार्याचा पुतळा समोर ठेवून धनुर्विद्या मिळवली. त्यातील त्याचे प्रावीण्य बघून द्रोणाचार्य चकित झाले. अर्जुनापेक्षा एकलव्य मोठा धनुर्धर होऊ नये, म्हणून त्यांनीदेखील एकलव्याच्या उजव्या हाताचा अंगठा कापून देण्याची गुरुदक्षिणा मागितली.

शरीराचे तापमान सामान्यतः ३७° सेंटिग्रेड इतके असते. दिवसभरात त्यामध्ये एक अंशाचा फरक पडतो. दुपारी तापमान जास्त असते तर सकाळी उठण्यापूर्वी दोन तास ते सर्वात कमी असते.

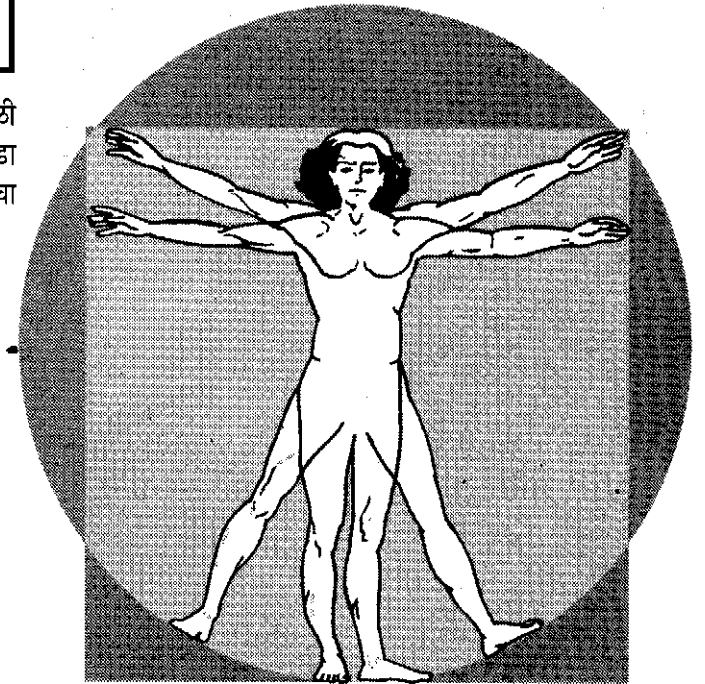
तुमची उंची अगदी काळजीपूर्वक मोजून पाहा. सकाळी उठल्यावर आणि रात्री झोपण्यापूर्वी मोजलेल्या उंचीत थोडा फरक आढळेल. याचे कारण पाठीचा कणा आहे. पाठीचा

गेल्या चाळीस वर्षांत पृथ्वीवरील मानवांची संख्या दोनशेपन्नास कोटींपासून दुप्पट झाली आहे. संशोधक सांगतात की एकवीसशे साली ही संख्या एक हजार कोटी होईल.

स्त्रियांचे सरासरी आयुष्य हे पुरुषांपेक्षा जास्त असते, याचे कारण त्यांच्या शरीराच्या रचनेत दडलेले आहे इतकेच शास्त्रज्ञ जाणतात. पण नेमक्या कोणत्या कारणामुळे हे घडते हे अजून ठाऊक नाही.

कणा मणक्यांनी बनलेला असतो आणि हे मणके कूर्चा नावाच्या मऊ पदार्थाने एकमेकांना जोडलेले असतात. उडी मारणे, वाकणे, वळणे या कृती करताना मणक्यांना बसणारे धक्के या कूर्चेमुळे शोषले जातात. उभे असताना गुरुत्वाकर्षणामुळे सर्व हाडे खाली ओढली जातात आणि अर्धद्रवाच्या स्वरूपातील हा मऊ पदार्थ आकुंचन पावतो. रात्री झोपल्यावर आडवे असल्यामुळे हा पदार्थ प्रसरण पावतो आणि उंची थोडीशी वाढते. अवकाशात असताना अंतराळ यात्रींची उंची काही सेंटिमीटरने वाढते, कारण गुरुत्वाकर्षणाचा जोर त्यांच्या हाडांवर काम करत नाही. मणके एकमेकांपासून दूर जातात आणि पाठीच्या कण्याची लांबी वाढते.

आपल्या हाताच्या कोपराला ओठ टेकतात का? प्रयत्न करून पाहा. कोणीही हे करू शकत नाही.



एक अजब लढाई

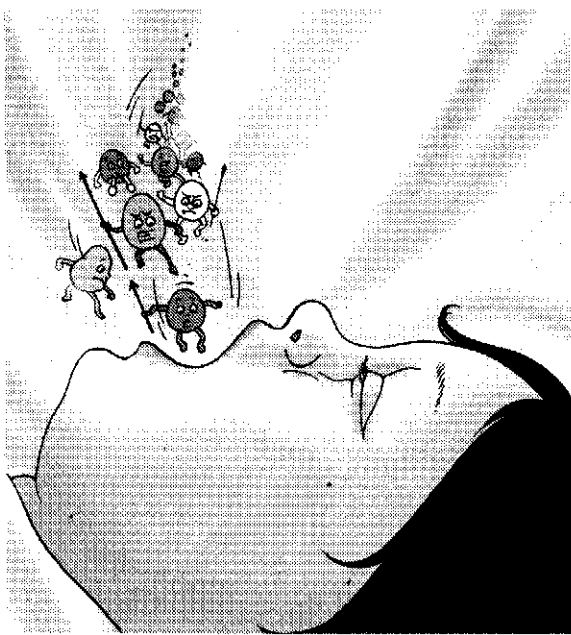
नव्या अज्ञात प्रदेशावर स्वारी करून त्यावर राज्य करणाऱ्या साहसी वीरांची ही गोष्ट वाचून पाहा काय वाटते ते!

“तो नवा प्रदेश निर्माण झाल्यावर लगेच हवेतून कोट्यवधींच्या संख्येने ते साहसी वीर चढाई करून चालून आले. प्रसंगी त्यांना मिळाले त्या उडत्या कणांवर बसून यावे लागले. बरोबर कोणातीही शस्त्रे नव्हती तरी पूर्णपणे अज्ञात, परक्या प्रदेशावर स्वारी करायचे त्यांचे साहस धाडसी म्हणावे लागेल. फक्त गनिमी पवित्रे आणि नशीब यांच्या जोरावर राज्य स्थापण्यासाठी ‘ते’ सज्ज झाले.

त्यांतील असंख्य हल्लेखोर पहिल्याच चढाईत धारातीर्थी पडले. नशिबाच्या आणि चिकाटीच्या जोरावर काही जण तग धरू शकले. सतत भूकंपप्रमाणे हलणाऱ्या प्रदेशात हाती मिळाले ते घट्ट पकडून काहीजण जिवंत राहू शकले. हवेच्या झोतांमुळे काही जणांनी पकडलेले आधार निसटले आणि ते प्रचंड वेगाने दूर फेकले गेले.

मिळालेले आधार घट्ट पकडून काही जण प्रचंड वादळी वारे आणि सतत हलणाऱ्या जमिनीत आपली मुळे रुजवू शकले. वादळात नारळाच्या झाडाप्रमाणे हेलकावे घेणारे आधार पकडून ते मुळाच्या दिशेने सरकत राहिले. तिथल्या खोल खड्ड्यांमध्ये सुरक्षितपणे पोचले आणि मग त्यांच्या संख्येत झपाट्याने वाढ झाली. विषारी वायूंमुळे काहीजण मृत्यू पावले तर काहींनी मात्र हवेचे आवरण लपेटून घेत त्या वायूपासून स्वतःचा बचाव केला.

काही आगांतुक एका प्रचंड मोठ्या गुहेच्या तोंडावरच उतरले



होते. तेथील वाऱ्याचे वादळी झोत त्यांना सर्व दिशांनी भिरकावून टाकत होते. प्रथम त्या गुहेतूनच गरम वाऱ्याचा झोत त्यांच्या अंगावर चालून आला. काय होते आहे हे कळायच्या आत त्यांतील काहीजण गुहेबाहेर फेकले गेले. गुहेच्या चिकट भिंतींना ज्यांनी घट्ट पकडले होते त्यांना आश्चर्याचा धक्का बसला; कारण पुढच्याच क्षणाला गुहेबाहेरून येणाऱ्या हवेच्या झोताने त्यांना आतल्या भागाकडे खेचून नेले. त्या गुहेत चित्रविचित्र हलते आकार होते. काहींना ऑक्टोपससारखे हलणारे हात होते, पण ते सर्व आकार आपापल्या नेमून दिलेल्या कामात व्यस्त होते. या परक्या प्राण्यांकडे त्यांचे अजिबातच लक्ष नव्हते. गुहा खूप मोठी होती. त्यात सर्वांना पुरेल एवढी जागा होती. बाहेरील जागेपेक्षा या गुहेत ते सुरक्षित होते. गुहेच्या तोंडातून वेगवेगळ्या वासाचे, धुराचे लोट सतत जात-येत असत. गुहेत भरपूर प्रकाश होता. मध्येच गुहेचे दार बंद होई आणि मिट्ट काळोख पसरते. मधेच पाण्याचा लोंढा गुहेच्या तोंडातून घुसला आणि त्यांतले अनेक जण गुहेच्या दुसऱ्या तोंडाशी असलेल्या काळोख्या भुयाराकडे ढकलले गेले. जे भुयारात गेले ते खरेच नशीबवान ठरले. कारण आत अनेक लहानमोठ्या नळ्यांचा, भुयारांचा भुलभुलव्या होता, खोल्या होत्या. तेथील हवा ओलसर होती. काळोख असला तरी वातावरण ते सुखाने राहू शकतील असे होते. तिथे त्यांचे पुनरुत्पादन होऊन संख्या मोठ्या प्रमाणात वाढली. त्या सर्व भुयारांच्या नळ्यांच्या शेवटी तर त्यांची संख्या इतकी वाढली की ते त्या ठिकाणी सुखाने राज्य करू लागले. त्यांची अज्ञात प्रदेशावरील स्वारी यशस्वी झाली.”

तो अज्ञात भूप्रदेश म्हणजे नव्याने जन्माला आलेले बालक आणि चढाई करणारे ‘ते’ म्हणजे जीवाणू (बॅक्टेरिया). त्वचेच्या मृतपेशी बाळाच्या हालचालीने हवेत उडतात त्यावर बसून ते नारळाच्या झाडांच्या प्रदेशात म्हणजे केसांच्या पुंजक्यात येतात, आणि मुळाचे खड्डे म्हणजे केसाच्या तळाशी असलेली छिद्रे होत. गुहा ही जणू बाळाचे तोंड आहे. त्यात जाणारा-येणारा श्वास, दूध, पाणी हे जीवाणूसाठी वादळे आणि पूर होतात. गुहेतून आत जाऊन शरीराच्या वेगवेगळ्या भागांत वस्ती करून राहणारे हे जीवाणू मानवी डोळ्यांना दिसू शकत नाहीत इतके सूक्ष्म असतात. बाळाचा जन्म झाल्याबरोबर ते शरीरात शिरतात आणि मृत्यूपर्यंत आत सुखाने राहतात; मृत झाल्यावरही ते आत राहू शकतात. मोठ्या आतड्याच्या शेवटच्या टोकाशी त्यांची संख्या अफाट असते. यांतील काही जीवाणू अपायकारक नसतात. वेगवेगळ्या भागात वेगवेगळे जीवाणू परग्रहावरून येणाऱ्या काल्पनिक जीवांप्रमाणे मानवी शरीरात सुखाने वसती करून राज्य करतात.

तुम्ही डावखुरे आहात का?

आपल्या डोक्यामधील मेंदू शरीराच्या सर्व कृतींवर नियंत्रण ठेवतो. मेंदूच्या डाव्या व उजव्या बाजूंपैकी एक बाजू जास्त प्रभावी असते. त्यावरून माणसे उजवी आहेत की डावखुरी ते ठरते.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, चेंडू

कृती :

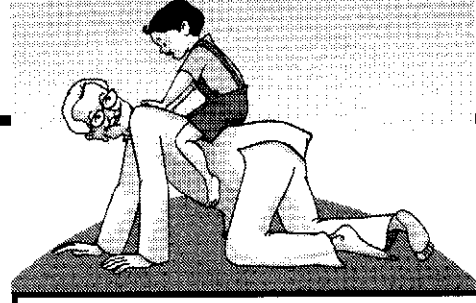
१. आपण नेहमी कोणत्यातरी एकाच हाताने लिहितो. तुम्ही उजव्या हाताने लिहीत असाल तर डाव्या हातात पेन्सिल धरून लिहून पाहा. विरुद्ध हाताने लिहिणे आपल्याला नेहमी कठीण जाते. ज्या हाताने आपण सहजपणे लिहू शकतो त्याच्या विरुद्ध बाजूचा मेंदूचा भाग जास्त प्रभावी असतो.

दहा वर्षांचे होईपर्यंत तुम्ही डावखुरे आहात की उजवे हे स्पष्ट झालेले असते. मेंदूची डावी बाजू शरीराच्या उजव्या बाजूवर तर उजवी बाजू डाव्या बाजूवर नियंत्रण ठेवते. मेंदूच्या खालील भागातून शरीरात जाणारे मज्जारज्जू एकमेकांना छेदून मानेकडे जातात म्हणून असे होते. त्याप्रमाणे माणसे डावखुरी वा उजवी ठरतात. बहुसंख्य माणसे उजवी असतात. मेंदूची डावी बाजू भाषा आणि तर्काशी संबंध असलेल्या कृतींमध्ये कुशल असते. लिहिणे, आकडेमोड करणे शास्त्रीय आणि सारासार विवेक वापरून करायच्या कृतींमध्ये डावी बाजू प्रभावी असते. उजवी बाजू संगीत, कला, चिन्हे, सलगता शोधणे या गुणांशी संबंधित असते. नवीन गोष्टी सुचणे, विशेष बुद्धी (प्रज्ञा, सृजन) हे गुणही डाव्या बाजूला असतात. गुंतागुंतीच्या, मिश्र अशा कृती करताना मेंदूच्या दोन्ही बाजू एकत्रितपणे काम करतात. उदा., संगणकाच्या की-बोर्डवर कोणते अक्षर कुठे आहे ते मेंदूची डावी बाजू लक्षात ठेवते, पण बोट दाबून प्रत्यक्ष शिकण्यासाठी उजवी बाजू प्रभावी ठरते. कारण डोळे व बोट यांचा समन्वय साधणारी यंत्रणा उजव्या मेंदूशी संबंधित आहे. उजवी बाजू आवडलेल्या गाण्याचे सूर लक्षात ठेवते, पण सूर वाचण्यासाठी डावी बाजू काम करते. लिहिणे, वाचणे यांसारख्या स्वतंत्र कृती एकाच बाजूशी संबंधित असतात. काही व्यक्ती दोन्ही हातांनी तितक्याच कुशलतेने काम करू शकतात, पण बहुसंख्य व्यक्ती दोन्ही हात वापरत असतात तरी काही विशिष्ट कृती एका हाताने तर काही दुसऱ्या हाताने करतात.

२. हाताप्रमाणे पायाच्याही सवयीच्या बाजू असतात. समोर जर मोठा चेंडू ठेवला तर तुमचा कोणता पाय लाथ मारण्यासाठी सहजपणे पुढे येतो पाहा. लिहिण्यासाठी उजवा हात वापरणारी बहुसंख्य माणसे लाथ मारताना उजव्या पायानेच मारतात.
३. पटकन दोन्ही हात टाळीसारखे जुळवा. एका हाताचा अंगठा वरती येईल. दुसरा अंगठा वर ठेवून हात जुळवून पाहा. थोडा फरक जाणवेल. तुमच्या मित्रमंडळींपैकी कुणी डावखुरे असेल तर तो कसा हात जुळवतो पाहा.
४. आपण जेव्हा हाताची घडी घालतो तेव्हा एका हाताचा कोपरापासून पुढील भाग आपोआप वर येतो. आधी कोणती बाजू वर येईल याचा अंदाज करा आणि मग कृती करा. जी बाजू वर येईल ती प्रभावी आहे. उदा. डावी बाजू वर आली तर तुम्ही डावखुरे आहात.
५. उजवा डोळा मिटून, उजवा अंगठा समोर धरून एखाद्या दूरच्या वस्तूचा वेध घ्या. उजवा डोळा उघडताच अंगठ्याने डाव्या बाजूला उडी मारल्याचा भास होईल. असे घडले तर उजवा डोळा प्रभावी आहे, आणि जर नाही घडले तर डावा डोळा प्रभावी आहे. डोळ्यांच्या बाबतीत हा फरक माणसाला मात्र तितका जाणवत नाही.
६. कान, चेहऱ्याची बाजू, जिभेची बाजू यांमध्येही एक दुसरीपेक्षा प्रभावी असते. कोणती बाजू प्रभावी आहे हे पाहण्यासाठी वरीलप्रमाणे विशिष्ट कृती तुम्हांला सुचतात का?



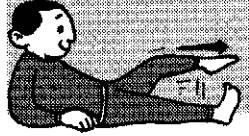
तुम्ही किती लवचीक आहात?



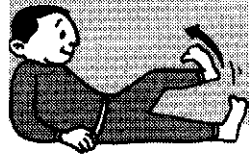
शरीर सर्व दिशेने वाकणे, लवचीक असणे हे उत्तम आरोग्याचे लक्षण आहे. शरीराचे स्नायू तंदुरुस्त असल्याची ती खूण आहे.

खाली दिलेल्या कृती करून पाहा. तुमच्या शरीराचे कोणते भाग किती लवचीक आहेत ते तुम्हांला कळून येईल. या कृती करताना सहजपणे होतील तेवढ्या चांगल्या. स्नायू दुखतील इतके शरीर ताणले जाणार नाही याची काळजी घ्या.

१. जमिनीवर आडवे पडून एक पाय गुडघ्यात वाकवून उचला. पायाचा गुडघ्यापुढील भाग शक्य होईल तितक्या सरळ रेषेत ठेवा. अंगठा ताणून गुडघ्याच्या रेषेत ठेवा.



२. याच अवस्थेत पाऊल मागे ताणून अंगठा तुमच्या दिशेला तर टाच पुढे करा. या दोन्ही कृती करताना हातांच्या कोपरांवर शरीर तोललेले असावे.



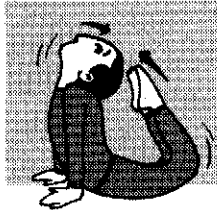
३. बसलेल्या अवस्थेत एक पाय ताठ आडवा ठेवा आणि दुसरा पाय गुडघ्यात दुमडून पाऊल आणि टाच शरीराच्या जास्तीतजास्त जवळ आणा. दुसऱ्या पायाने हीच कृती करा.



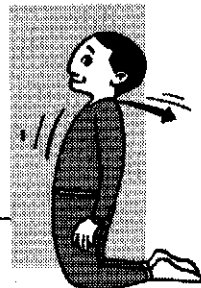
४. एक हात कमरेपाशी दुमडून मागे न्या आणि दुसरा खांद्यावरून उभा धरून मागे दुमडा. पाठीवर दोन्ही हातांची बोटे एकमेकांत गुंफण्याचा प्रयत्न करा.



५. पालथे पडून हातावर भार द्या. मान उचलून मागे न्या. दोन्ही पाय गुडघ्यांत वाकवून पावलांपाशी डोके न्यायचा प्रयत्न करा. (शास्त्रीय नृत्यामध्ये अशी कृती केली जाते.)

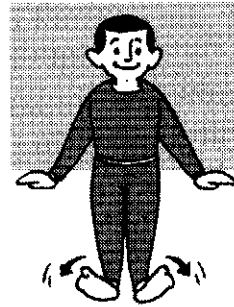
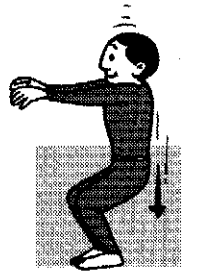


६. दुमडलेल्या गुडघ्यावर उभे राहून शरीर मागे न्या.



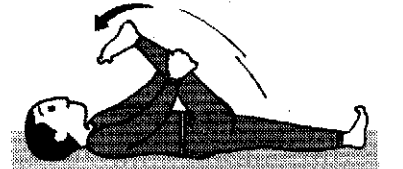
शरीर तंदुरुस्त राहण्यासाठी चार घटक महत्त्वाचे असतात. १. हृदयाची कार्यक्षमता २. स्नायूंची शक्ती, ३. स्नायूंची लवचीकता, ४. स्नायूंची अधिक वेळ काम करायची कुवत. यांमध्ये हृदयाची कार्यक्षमता ही सर्वात महत्त्वाची आहे. हृदय न थकता किती वेळ काम करू शकते, सर्व पेशींना रक्तपुरवठा करू शकते यांवर उरलेले तीन घटक अवलंबून असतात. स्नायूंना रक्ताभिसरणाने प्राणवायूचा पुरवठा होतो आणि दूषित घटक परत शुद्ध करण्यासाठी हृदयाकडे नेले जातात. हृदयाची कार्यक्षमता वाढवण्याचे, टिकवण्याचे काम व्यायाम करून साध्य होते. लहान वयात शरीर लवचीक असते. स्नायू वापरत राहिले तर ते लवचीक राहतात. वयाप्रमाणे स्नायूंची, पर्यायाने शरीराची लवचीकता कमी होते. स्त्रियांच्या शरीरातील स्नायू जास्त लवचीक असतात, तर पुरुषांच्या स्नायूंची शक्ती जास्त असते. ठरावीक व्यायाम करून हृदयाची, स्नायूंची कार्यक्षमता वाढवता येते.

७. दोन्ही हात सरळ समोर धरा. पायावर उभे राहून गुडघे वाकवत हवेत बसायचा प्रयत्न करा. बूड जास्तीतजास्त खाली न्यायचा प्रयत्न करा.



८. पाय जुळवून समोर ठेवून जमिनीवर बसा. टाचा जुळवून पावले विरुद्ध दिशेने जमिनीवर टेकवायचा प्रयत्न करा.

९. आडवे पडून एक पाय सरळ ठेवत उचला. जांघेत वाकवून पाऊल नाकाजवळ न्या. मग पाय सावकाश बाजूला नेत जमिनीवर टेकवा. हीच कृती दुसऱ्या पायाने करा.



कानांच्या मदतीने शरीर तोलणार? कसे?

चालत असताना आपले शरीर दोन पायांवर सहज तोलले जाते. हा एक निसर्गाचा चमत्कार आहे. बहुसंख्य इतर प्राणी शरीराचा आपल्यापेक्षा जास्त टक्के भाग जमिनीला भिडवून तोल सावरतात.

आपले कान आणि डोळे तोल सावरण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावतात. कानांच्या आतल्या भागात जाड द्रव असतो. शरीर एका बाजूला कलले की या द्रवाची पातळी बदलते आणि तेथील मज्जातंतू मेंदूला सूचना देतात. मेंदूकडून योग्य त्या स्नायूंना तोल सावरण्याचा संदेश जातो. डोळे उघडे असताना तोल सावरणे सोपे जाते. डोळे मिटून एका पायावर शरीर तोलून पाहा, डोळे उघडून हीच कृती करा. तुम्हांला फरक कळून येतो का?

साहित्य : खुर्ची, भिंत, नाणे.

कृती :

१. दोन्ही पाय एकत्र ठेवून वाका. हाताने पायाचे अंगठे पकडा. या अवस्थेत बेडकाप्रमाणे उडी मारायचा प्रयत्न करा. पण हे जमत नाही. कारण उडी मारण्यासाठी शरीराचा गुरुत्वमध्य झुकून पुढे ढकलावा लागतो

२. आणि तोल जाण्यापूर्वी तो परत स्थिर करावा लागतो. खुर्चीवर ताठ बसा. पाय जमिनीवर सपाट टेकलेले आणि हात शरीराच्या दोन बाजूला सरळ ठेवा. हात न टेकता वा पुढे न झुकता उठून उभे राहायचा प्रयत्न करा, जमत नाही ना? बसलेल्या स्थितीत शरीराचा गुरुत्वमध्य खुर्चीवर आहे. उभे राहण्यासाठी गुरुत्वमध्य पायामध्ये यावा लागतो. पुढे झुकल्याशिवाय तसे करणे शक्य होत नाही. तोल जातो.
३. गुडघे दुमडून जवळ ठेवून त्यांवर बसा. तळवे पसरून कोपरे गुडघ्याजवळ टेकवून मांजराप्रमाणे पुढे झुका. बोटांसमोर नाणे ठेवा. आता दोन्ही हात पाठीमागे नेऊन गुंफा. पुढे वाकून नाकाने त्या नाण्याला स्पर्श करा. शरीर पुरेसे लवचीक असले तरच ही कृती जमते.
४. उजवा हात आणि पाय भिंतीला चिकटलेले ठेवून उभे राहा. डावा पाय जमिनीवरून उचला. जमत नाही; कारण असे करताना शरीराचा गुरुत्वमध्य उजव्या पायाजवळ हवा, त्यासाठी उजव्या बाजूला थोडे झुकावे लागते. त्या बाजूला भिंत असल्याने झुकता येत नाही.
५. खुर्चीचा एक पाय धरून खुर्ची उचला आणि ती सरळ ठेवायचा प्रयत्न करा. ही कृती वाटते तितकी सोपी नाही.

शरीराच्या गुरुत्वमध्याभोवती शरीराचे वजन समान वाटलेले असते. सर्व सजीव आणि निर्जीव वस्तूंना गुरुत्वमध्य असतो. त्यामधून जमिनीच्या दिशेने खाली जाणाऱ्या लंबरेषेला पायाचा आधार असला तरच ती वस्तू तोलली जाते. सराव केला तर अगदी बोटाच्या टोकावर पेन्सिलही यामुळे तोलली जाऊ शकते. त्याचप्रमाणे शरीराची कोणतीही कृती करताना शरीराचा गुरुत्वमध्य आणि त्यातून जमिनीवर जाणारी लंबरेषा आधारावर म्हणजे पायावर असायला हवी. त्यामुळे तोल सावरला जातो. प्रौढ स्त्रियांचा गुरुत्वमध्य कमरेच्या खालील भागात असतो, कारण त्यांचा नितंबभाग मोठा असतो तर पुरुषांचा गुरुत्वमध्य कमरेच्या वरती असतो.



अवयवांच्या आकाराचे एकमेकांशी प्रमाण असते का?

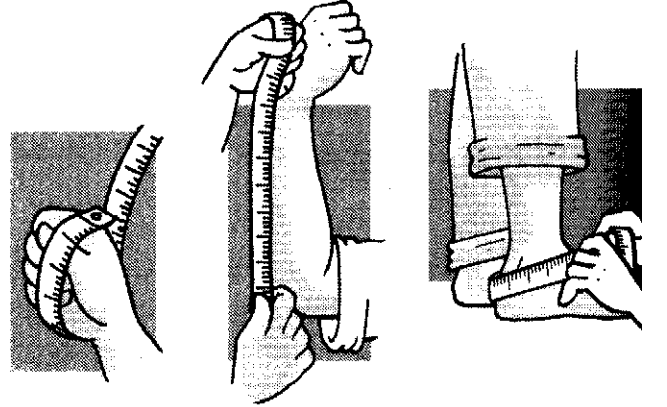
आपल्या पावलांचे माप विशिष्ट आकाराचेच असायला काही एक शास्त्रीय कारण आहे. किंबहुना शरीराचे सर्व अवयव ठरावीक मापात असतात. प्रत्यक्ष ते मोजूनच पाहू या ना!

साहित्य : मापे घेण्यासाठी टेप, कागद, पेन्सिल.

कृती :

- हात पूर्ण आडवे पसरा. एका हाताच्या मधल्या बोटाच्या टोकापासून दुसऱ्या हाताच्या मधल्या बोटाच्या टोकापर्यंत टेपने लांबी मोजा. यासाठी जोडीदाराची मदत घ्या किंवा धिंतीवर खुणा करून अंतर मोजा. ही लांबी तुमच्या उंची इतकीच असेल. तसेच हनुवटीपासून कपाळाच्या वरच्या टोकापर्यंतची उंची मोजा. त्याच्या सहा ते साडेसातपट तुमची उंची असेल.
- कमरेच्या किंचित खाली हात ठेवून डाव्या वा उजव्या बाजूला झुकले तर हाताला मांडीच्या हाडाचे वरचे टोक लागते. या टोकापासून डोक्यापर्यंत टेपने अंतर मोजा आणि त्याच बिंदूपासून तळपायापर्यंत अंतर मोजा. दोन्ही मापे जवळजवळ एकच येतील.
- हाताची मूठ वळून त्याभोवती टेप गुंडाळून मुठीची परिमिती मोजा. मनगटापासून कोपरापर्यंत अंतर मोजा, टाचेभोवती पैजणासारखी टेप फिरवून अंतर मोजा. ही तीनही मापे जवळजवळ एक असतात.
- खांद्यापासून कोपरापर्यंत आणि कोपरापासून मनगटापर्यंतचे अंतर मोजा, सारखेच येईल. हात बाजूला सरळ खाली सोडले तर कोपर नेमके कमरेच्या पातळीवर येते.

आपल्याला शरीरातील हाडे आणि स्नायू जाणवतात, हाताने चाचपून वा दाबल्यास जाणवतात त्यावरून शरीरात कुठे काय आहे हे समजू शकते. तोंडाचा जबडा, कोपराचे, खांद्याचे हाड चाचपून पाहा. पाय पसरून सैल सोडा आणि गुडघ्याची वाटी हलवून पाहा. पायाच्या चवड्यावर उभे राहा आणि तळपायाच्या लांबीमधील, पोटरीच्या मागील बाजूचे स्नायू कसे ताणले जातात पाहा. वजन उचलताना हाताचे, दंडाचे स्नायू कसे ताणले जातात पाहा. आरशासमोर उभे राहून कोपरापुढचा हात उचलला तर दंडाचे स्नायू हलताना दिसतात. शरीराच्या विविध भागातील स्नायू आकुंचित करून पाहा. विशेषतः मलमूत्र विसर्जन करणारे स्नायू तंदुरुस्त असले तर प्रकृती स्वस्थ राहते.



मानवी शरीरातील विविध अवयवांचे आकार, मापे, जागा यांमध्ये विशिष्ट संबंध असतो, प्रमाणबद्धता असते. डोळ्यांवरच्या भुवया कानाच्या वरच्या पातळीत असतात. कानाची पाळी आणि नाकपुड्या एका पातळीत असतात. दोरा आडवा ठेवून आपण हे तपासू शकतो. डोक्याच्या मध्यापासून हनुवटीपर्यंतचे अंतर मोजले तर डोळे अगदी मध्यावर असतात. प्राचीन काळापासून नामांकित शिल्पकार, चित्रकार, शरीराची प्रमाणे, मापे लक्षात ठेवून कलाकृती तयार करत आले आहेत. म्हणून आजही त्या जिवंत, हुबेहुब वाटतात.



तुमचे पोट नक्की कुठे आहे?

शरीराच्या वेगवेगळ्या भागांवर हलके आघात करून पाहा. येणारा आवाज त्वचेखालच्या न दिसणाऱ्या अंतर्भागाबद्दल माहिती देतो.

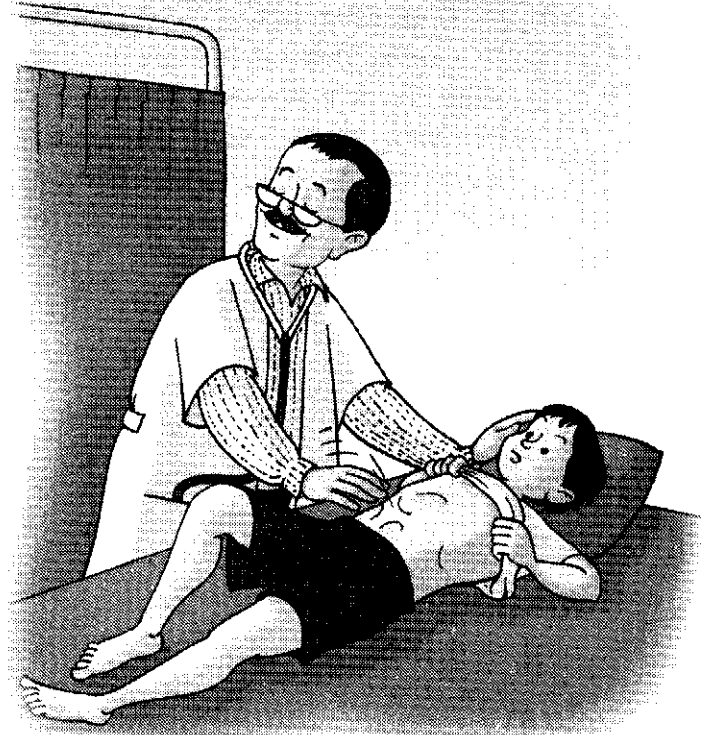
कृती :

- शरीराच्या विशिष्ट भागावर आघात करण्यापूर्वी त्या जागी डावा तळहात त्वचेला पूर्ण स्पर्श करील असा पसरा. डाव्या हाताच्या मधल्या बोटाच्या टोकाच्या पेराला उजव्या हाताच्या मधल्या बोटाचे व तर्जनीने आघात करा. थोडा सराव केला तर आघात आणि आवाज योग्य तऱ्हेने येतात.
- स्वतःच्या शरीराच्या विविध भागांवर वरीलप्रमाणे आघात करून आवाज ऐका. स्नायू असतील तर आवाज भरलेल्या घट्ट पिशवीवर यावा तसा येतो. रिकाम्या पोटावरचा आवाज धब् धब् असा येतो, तर भरल्या पोटावरचा आवाज पाण्याच्या रबरी पिशवीवर येईल तसा येतो. छातीच्या फासळ्यावर आवाज केला तर पोकळ डब्यावर येईल तसा येतो. सर्दी होऊन छातीत कफ साठला असेल तर येणारा आवाज बदलतो.

रुग्णाची छाती तपासताना, पायाचे स्नायू तपासताना डॉक्टर बोटांने आघात करून आवाज ऐकतात. छातीवरील आघात आतील कफाचे प्रमाण सांगतो. दुमडलेल्या तर्जनीच्या हाडाचा आघात करून घट्ट रसाळ कलिंगडावरील आणि सुकलेल्या कलिंगडावरील आवाजांतील फरक ओळखता येतो. नारळ बरा आहे की वाईट, हेही आघात करून सरावाने ओळखता येते. आघात आणि त्यामुळे होणारा आवाज न दिसणाऱ्या अंतर्भागाची माहिती देतात ती अनुभवाने ओळखता येते.

कुणालाही तुम्ही 'पोट कुठे आहे?' असा प्रश्न विचारला तर बहुसंख्य जण कमरेखाली आतडी असलेली जागा दाखवतात. प्रत्यक्षात पोट (जठर) बेंबीच्यावरती आणि बरगड्यांच्या पिंजऱ्यात शेवटी असते. आपल्या शरीरातील अवयवांबद्दल आपण असे अज्ञानी राहून चालेल का?

घशाच्या पोकळीत एका लहान जागेत आपले स्वरतंतू असतात. फुफ्फुसांतून येणारी हवा नियंत्रित होऊन या तंतूंमध्ये कंपने निर्माण करते. घशाच्या आणि तोंडाच्या पोकळीत या कंपनांचे वर्धन होते आणि आपला आवाज बाहेर पडतो. जाड आणि लांब स्वरतंतू असले तर आवाज खालच्या पट्टीत, बसका, रुंद असा येतो. बारीक, आखूड तंतू नाजूक, वरच्या पट्टीत आवाज निर्माण करतात. पुरुषांच्या स्वरयंत्राचे तंतू जाड आणि स्त्रियांचे बारीक असतात म्हणून त्यांच्या आवाजात नैसर्गिक फरक असतो. फुफ्फुसांतून येणारी हवा अधिक वेगाने, कमी-जास्त दाबाखाली येईल त्याप्रमाणे आवाजात फरक पडतो. प्रत्येकाचा आवाज वेगळा असतो त्याचे कारण स्वरतंतूतील सूक्ष्म फरक हे आहे.

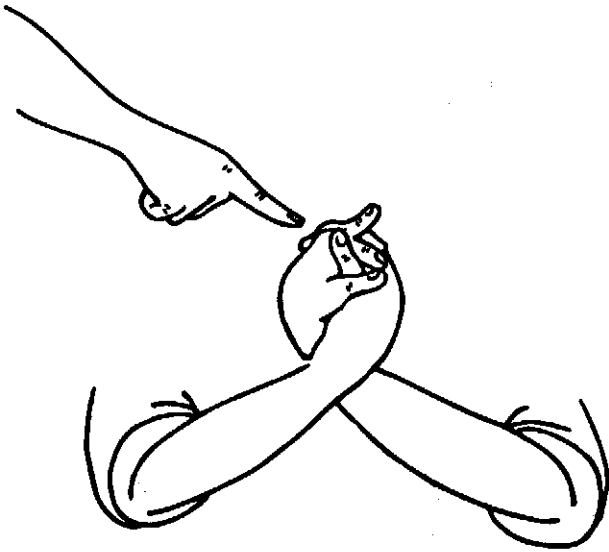


आपले हात किती चटकन फसतात बघा बरे!

वेगवेगळ्या अवयवांचे स्नायू, मज्जातंतू आणि मेंदू यांच्यामधील संपर्कामुळे शरीर हालचाली करते. हातांना फसवणाऱ्या वेगवेगळ्या कृती करून मेंदूची गंमत बघू या.

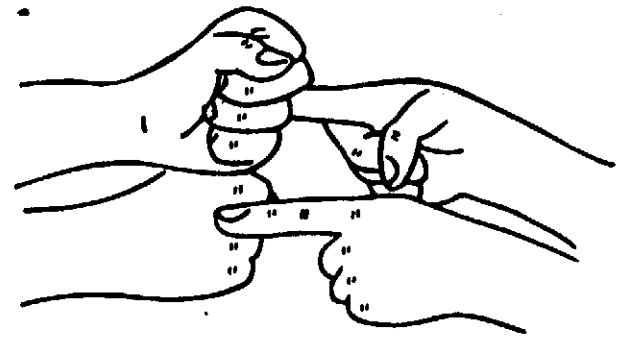
कृती :

- जोडीदाराला दोन हातांची मनगटे आणि तळहात एकमेकांशी वळसा घेऊन बोट गुंफायला सांगा. आकृतीत दाखवले आहे तसे दिसेल. आता स्पर्श न करता तुम्ही त्याला एक विशिष्ट बोट उचलायला सांगा. विरुद्ध हाताचे ते बोट उचलले जाईल. मग हीच कृती बोटाला प्रत्यक्ष स्पर्श करून सांगा. तो सहजपणे बोट उचलू शकेल.
- जोडीदाराला दोन हात समोर ताठ ठेवून उभे करा. त्याने हाताच्या मुठी गच्च दाबून एकमेकांवर धरायच्या आहेत. फक्त दोन बोट वापरून मी तुझ्या हातांना वेगळे करून दाखवीन अशी त्याला सूचना द्या. तो मुठी अधिक जोराने आवळून धरील. तुमच्या दोन्ही हातांचे एकेक बोट त्याच्या मुठीच्या मागे टेकवून पटकन आडवे हलवा. त्याचे हात सहज वेगळे होतील.
- आपली बोट स्वतंत्रपणे हलवता येतात असे तुम्हांला वाटते? टेबलावर तुमचा तळहात पसरून दाबून धरा. हाताचे मधले बोट दुमडून खाली घ्या. बाकी चार बोट पृष्ठभागाला चिकटलेली ठेवा. आता एकेक बोट स्वतंत्रपणे उचलून हलवून पाहा. अनामिका सोडून तर्जनी, अंगठा, करंगळी सहजपणे उचलता येतात. दुमडलेल्या मधल्या बोटामुळे बाजूची अनामिका मात्र उचलता येत नाही.



प्रत्येकाच्या पोटाच्या मध्यावर नाभी असते. मूल आईच्या पोटात असताना नाभीकडे असलेल्या नलिकेमार्फत आईच्या गर्भाशयाच्या अस्तराला जोडलेले असते. त्यातून वाहून येणाऱ्या अन्नद्रव्यामुळे गर्भाचे पोषण होते. जन्माच्या वेळी ही नलिका (तिला 'नाळ' असे म्हणतात.) कापून बांधली जाते. पाच-सहा दिवसांत ती सुकून पडते. त्या जागी जी खूण उरते तीच आपली नाभी. नाळेची जखम कशी सुकते त्यावर नाभीची रचना अवलंबून असते.

वरील कृतीमध्ये जेव्हा मनगटे आणि हात उलटे गुंफून जुळवले जातात तेव्हा डोळ्यांनी दिसणारे आणि प्रत्यक्ष असणारे बोट यांमधील नेहमीच्या जागेची अदलाबदल होते. उजवे बोट उचलायची सूचना डोळ्यांकडून मेंदूकडे पोचते तेव्हा उजव्या बाजूला 'दिसणारे' बोट उचलायची आज्ञा मेंदू देतो. प्रत्यक्षात डाव्या हाताचे बोट उजव्या बाजूला दिसत असल्याने ते उचलले जाते. जेव्हा स्पर्श करून हीच कृती करायची आज्ञा मिळते तेव्हा प्रत्यक्ष संवेदना पोचते आणि नेमके बोट उचलले जाते. दुसऱ्या कृतीमध्ये मुठी आवळून त्या गच्च पकडण्यासाठी मेंदू इतका व्यस्त राहतो की मुठी बाजूला सारणे या कृतीकडे पुरेसे लक्ष राहात नाही. त्या बाजूने लहानसा अनपेक्षित जोर लावला गेला तर हात वेगळे होतात. तिसऱ्या कृतीमध्ये फक्त अनामिका उचलता येत नाही. कारण मधल्या बोटाला आणि अनामिकेची तळातील हाडे एकमेकांशी विशिष्ट पेशीसमूहाने (उती) जोडलेली असतात. मधले बोट घट्ट दुमडून स्थिर ठेवलेले असल्यामुळे अनामिका जखडली जाते.



तुमच्या प्रतिक्रिया किती झटकन होतात?

शरीराच्या एका भागातून दुसऱ्या भागात संवेदना पोचायला काही काळ लागतो. आपल्या दिशेने येणारा दगड दिसणे आणि तो पाहून शरीराने बाजूला होणे या दोन कृतींतील वेळ कमीतकमी असेल तर आपली प्रतिक्रिया यंत्रणा चांगली आहे.

साहित्य : फूटपट्टी, नाणे, कागद, पेन्सिल.

कृती :

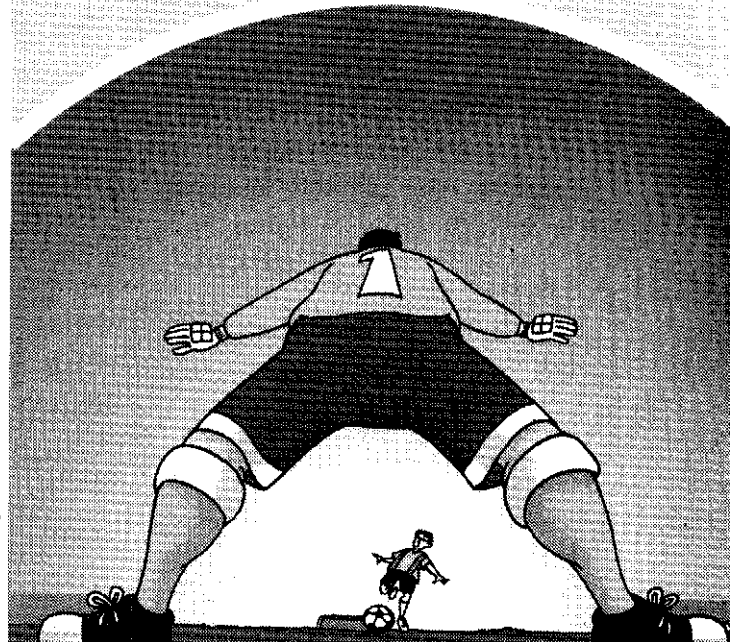
१. तुम्ही आणि तुमचा जोडीदार एकमेकांसमोर उभे राहा. तुमच्या हातात फूटपट्टीचा शेवटचा अंक लिहिलेले टोक धरा. जोडीदाराला अंगठा आणि तर्जनी एकमेकांपासून दूर, पट्टीच्या दोन बाजूला येतील असे धरून ठेवायला सांगा. त्याचा हात पट्टीचा पहिला अंक लिहिलेल्या टोकापाशी हवा. त्याला सूचना न देता तुम्ही पट्टी एकदम सोडा. खाली पडणारी पट्टी त्याने शक्य तितक्या लवकर पकडायची आहे. किती अंतरावर तो पट्टी पकडतो हे, त्याने पकडल्यावर त्याच्या बोटोजवळ पट्टीचे जे माप असेल त्यावरून समजून येईल. कारण प्रथम त्याची बोटे शून्याजवळ आहेत. हीच कृती त्याने पट्टी सोडून आणि तुम्ही पकडून अंतर मोजायचे आहे. तुमच्या मित्रमंडळींना एकत्र करून हा खेळ करून पाहा. सर्वात कमी अंतरावर पट्टी पकडू शकतो त्याची मज्जायंत्रणा सर्वात सक्षम आहे.
२. हीच कृती डोळे मिटून करायची आहे. या वेळी तोंडाने आवाज करून पट्टी सोडल्याची सूचना जोडीदाराला द्या. ती ऐकून त्याने डोळे मिटलेल्या अवस्थेत पट्टी पकडायची आहे. या प्रकाराने कानांची संवेदना यंत्रणा तपासता येते. डोळे मिटलेल्या अवस्थेत आवाजाऐवजी टिचकी मारून पट्टी सोडल्याची सूचना दिली तर स्पर्शसंवेदना तपासता येते. प्रत्येक वेळी पकडलेले अंतर नोंद करून ठेवले तर प्रतिक्रिया-वेळेची तुलना करता येते. थोडा सराव केला तर या वेळेमध्ये फरक पडतो का पाहा. या सर्व कृती करताना प्रत्येक वेळी

प्रतिक्षिप्त क्रिया (रिफ्लेक्स ॲक्शन) ही शरीराकडून आपोआप घडणारी क्रिया आहे. मेंदूला सूचना मिळण्यापूर्वीच स्नायू निर्णय घेतात आणि कृती करतात. दुसऱ्याच्या डोळ्यांसमोरून पटकन हात फिरवा, त्याच्या डोळ्यांच्या पापण्या मिटून पटकन प्रतिसाद येईल. अशा अनेक क्रिया शरीर करत असते आणि मेंदूमध्ये त्याची नोंद नंतर होते.

हात त्याच उंचीवर ठेवा, तर्जनी आणि अंगठ्यातील अंतर तीन ते चार सें.मी. इतकेच ठेवा. त्यामुळे तुलना करणे सोपे जाईल.

३. उजवा हात सरळ त्याच्या समोर धरा. मग हाताचा पंजा पालथा करून त्याच्या मध्यभागी नाणे ठेवा. हात सावकाश तिरका करा. नाणे घरंगळू लागेल, आणि एका क्षणी खाली पडेल. तोच हात पटकन सुलट करून खाली पडणारे नाणे पकडा. पाच वेळा प्रयत्न केला तर तुम्ही किती वेळा नाणे पकडू शकता? सरावाने तुम्हांला नाणे पकडणे जास्त वेळा जमते का पाहा. हीच कृती डाव्या हाताने करून पाहा. उजव्या आणि डाव्या हाताच्या प्रतिक्रिया क्षमतेत फरक आहे का?
४. तुमचा उजवा हात तळवा वर अशा अवस्थेत समोर धरा. तुमच्या जोडीदाराने आपला पालथा पंजा तुमच्या हाताखाली चिकटून धरायचा आहे. पटकन हात उचलून, फिरवून तुम्ही जोडीदाराच्या पंजावर चापट मारायची आहे, त्याच वेळी त्याने मात्र ही चापट चुकवण्यासाठी हात दूर न्यायचा आहे. असा प्रयत्न दहा वेळा करून पाहा. किती वेळा तुम्ही अचूक चापट मारता आणि किती वेळा तो चुकवतो याची नोंद करा. हीच कृती डाव्या हाताने करून पाहा. मग तुमची आणि त्याची अदलाबदल करून दोन्ही कृती करा. त्यानंतर दोन्ही हात समोर एकदम धरून चापट मारायचा प्रयत्न करून पाहा. तुमच्या प्रतिक्रिया यंत्रणेची क्षमता तुम्हांला कळून येईल.

चापट मारताना मात्र हळू मारा. तसेच हाताच्या बोटाने अंगठी असेल तर ती काढून ठेवा.



वर दर्शवलेल्या सर्व कृती करताना अवयवाकडून संवेदना मिळून ती मेंदूपर्यंत पोहोचून मेंदूकडून आदेश येतो आणि प्रतिक्रिया घडते. अशा प्रतिक्रियेसाठी कमी वेळ लागणे ही आपल्या चपळपणाची परीक्षा आहे. प्रत्येकाची प्रतिक्रिया क्षमता वेगवेगळी असते. मुलांनी, एकमेकांसमोर येतील असे गोल उभे राहावे. मधे एकजण उभा राहिल. इतरांनी मोठ्या रबरी चेंडूने मधल्या खेळाडूला टिपायचे आणि त्याने येणारा चेंडू चुकवायचा प्रयत्न करायचा. या खेळात काहीजण पटकन बाद होतात तर चपळ मुले मात्र चेंडू चुकवण्यात तरबेज होतात. क्रिकेटमध्ये स्टंपजवळील खेळाडू, फुटबॉलचा गोलकीपर इ. वरीलप्रमाणे खेळून सराव करतात आणि आपला चपळपणा वाढवतात. किंबहुना सर्वच खेळांसाठी 'प्रतिक्रिया लवकरात लवकर होणे' या गुणाची अत्यंत गरज असते. लहान मुले व तरुण यांची प्रतिक्रिया क्षमता जास्त असते, वय वाढते तशी ती कमी होत जाते. एकाच माणसाचा विविध संवेदनांचा (स्पर्श, दृश्य, गंध, ऐकणे इ.) प्रत्युत्तर देताना लागणारा वेळ वेगळा असू शकतो. सरावाने ही वेळ कमी करता येते.

स्नायूंची अजमावा क्षमता

थोडा वेळ जोरात पळाले आणि मग थांबले तर पाय उचलणे कठीण जाते. पायाचे स्नायू दमले आहेत हे आपल्याला कळते. खालील कृती करून स्नायू कसे थकतात, किती वेळ काम करू शकतात ते पाहू या!

साहित्य : सेकंद मोजणारे घड्याळ, टेबल.

कृती :

- खुर्चीवर बसून एक हात टेबलवर कोपरापासून टेकवा. हाताचा पंजा वरच्या बाजूला ठेवा. तीस सेकंदांत किती वेळा तुम्ही हाताची मूठ गच्च वळून पुन्हा पूर्ण मोकळी करू शकता याची नोंद करा.
- हीच कृती तीन-चार वेळा करा. हळूहळू नोंद केलेला आकडा कमी होईल. कोपर आणि दंडाचे स्नायू दमल्याचे तुमच्या लक्षात येईल.

वरील कृती करताना दंड, मनगट, बोटे यांच्या स्नायूंचा उपयोग केला जातो. हाडे आणि स्नायू यांना जोडणारा तंतुमय पेशीसमूह (टॅन्डन्स) हे कार्य करतो. या कृतीमुळे हाडे, स्नायू, तंतू या तिघांचीही कार्यक्षमता तपासता येते.

एखादी व्यक्ती किती वेळ झोपते हे शरीराचे तापमान व सवय यांवर अवलंबून असते. जास्त काम करून दमले तर जास्त वेळ झोप येते ही समजूत चुकीची आहे.

उचकी लागणे ही क्रिया श्वासपटलाचे आकुंचन-प्रसरण झटके देत होण्यामुळे होते. श्वासपटल हा एक स्नायूंनी बनलेला मोठा पडदा असून छाती आणि पोटाच्या पोकळींना तो स्वतंत्र ठेवतो. श्वास घेताना आणि सोडताना तो संथपणे प्रसरण-आकुंचन पावून खाली-वर होत असतो. उचकी थांबण्यासाठी हा पडदा पूर्ववत होणे आवश्यक असते. उचकी थांबण्याचा खात्रीचा उपाय नाही. काही वेळा पाणी पिणे, कान बंद करणे, बर्फ खाणे, लिंबू चोखणे, श्वास रोखणे किंवा दीर्घ श्वसन हे उपाय लागू पडतात. उचकी लागली की कुणीतरी तुमची आठवण काढते आहे ही समजूत मात्र चुकीची आहे. पण असे समजल्याने आपले विचार कोण आठवण काढत असेल यामध्ये गुंततात आणि मन विचलित झाल्यामुळे इतर कृती मंदावतात. उचकी थांबण्याची शक्यता वाढते. प्रत्यक्षात ही एका स्नायूंची कृती आहे.

मानवी शरीरात सुमारे ६५० स्नायू असतात. काही स्नायूंची कृती आपल्याला समजते तर काही आपले कार्य जाणीव न देता, अव्याहत करत असतात. जेव्हा स्नायू थकतात तेव्हा आपल्याला दमल्याचे कळते. पुढील कृती करायची आज्ञा देऊनही त्या घडत नाहीत. पटकन दमणे हे आरोग्य चांगले नसल्याचे लक्षण आहे. व्यायाम, योगासने, श्वासाचे नियमन (प्राणायाम) इ. करत राहिले तर स्नायू तंदुरुस्त राहतात आणि त्यांची काम करायची क्षमता वाढते.

आराम हराम नाही!

दमल्यावर स्नायूंना विश्रांती देणे महत्त्वाचे असते. काम करताना त्यांची झीज होते. विश्रांती दिली की ती भरून निघते. तसे केले नाही तर स्नायू दुर्बल होत जातात. संपूर्ण शरीराला विश्रांती देण्यासाठी खालील कृती करून बघू या.

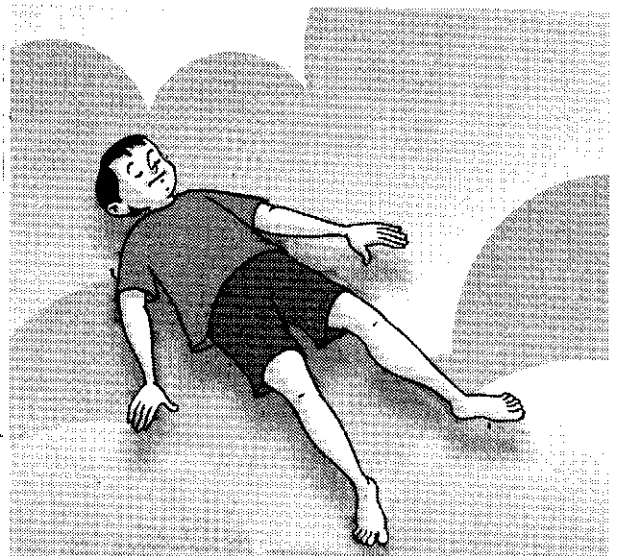
कृती :

१. सपाट पृष्ठभागावर शरीर सैल सोडून डोळे मिटून पाठीवर झोपा. कल्पना करा की जणू तुम्ही एक मोठा स्पंज आहात. गरम उन्हात पाण्यामध्ये आडवे पडून राहिले आहात. सावकाश, संथपणे दीर्घ श्वास घ्या आणि सोडा.
२. याच अवस्थेत तुमचे लक्ष तुमच्या उजव्या पावलावर केंद्रित करा. अंगठे, पुढचा चवडा आणि मागची टाच ताणून धरा, आणि किंचित उचलून सैल पसरून सोडून घ्या.
३. अशाच प्रकारे डाव्या पावलाचे सर्व स्नायू प्रथम ताणा. त्यावर मन एकाग्र करा आणि मग उचलून सैल पसरा.
४. उजव्या पायावर लक्ष केंद्रित करा. प्रथम पोटरी, मग गुडघा आणि शेवटी मांडीचे स्नायू क्रमाने आवळून धरा आणि गुडघा छातीजवळ धरा. पुन्हा सरळ करून जमिनीवरती सैल पसरा.
५. डाव्या पायावरती मन एकाग्र करा. पोटरी, गुडघा, मांडीचे स्नायू क्रमाने ताणा आणि मग वर उचलून पुन्हा सैल पसरा.

आसपास घडणाऱ्या बऱ्यावाईट घटनांनी आपल्या शरीरावर, मनावर सतत ताण साचत राहतो. परीक्षेचा, निकालाचा, स्पर्धाचा, मित्रांशी झालेल्या भांडणांचा, आईवडिलांच्या अपेक्षांचा असे विविध ताण विद्यार्थिदशेत मुलांवर येत राहतात. या ताणांचा निचरा होण्यासाठी बाह्य वस्तूपेक्षा आतल्या शरीरावर, स्नायूंवर मन केंद्रित करणे महत्त्वाचे असते. अशा ताणांमुळे पोट दुखणे, डोके दुखणे, निरुत्साही वाटणे अशा तक्रारी उद्भवतात. भूक कमी होते, झोप बिघडते. वरीलप्रमाणे शरीराला विश्रांती दिली तर ताण नाहीसे होतात. स्नायू प्रथम ताणून मग सैल सोडले तर अधिक चांगल्या पद्धतीने विश्रांती मिळते. आपल्या देशाच्या प्राचीन योगविद्येत 'शवासन' हे आसन शरीराला, मनाला विश्रांती देण्यासाठी केले जाते. त्याची कृती साधारण अशीच असते. फक्त शवासनामध्ये मन विचाररहित करणे याला अधिक महत्त्व दिले जाते.

६. एकदोन दीर्घ श्वास घ्या आणि सोडा. हळूहळू कमरेखालचे सर्व शरीर सैल झाल्याचा, बधिर झाल्याचा भास होईल. पोट, ओटीपोट आणि तळाचे स्नायू क्रमाने आवळून ताणा आणि मग सावकाश सैल सोडा. पाठीच्या कण्याला बाक घ्या, छाती ताणून वर न्या, खांदे आवळून धरा आणि मग एकेक अवयव सैल सोडा.
७. उजवा पंजा आणि हात यावर लक्ष केंद्रित करा. बोटे, मूठ, मनगट फिरवून ताणा, दंडाचे स्नायू हलवून पाहा आणि मग सावकाश एकेक ताणलेले स्नायू सैल सोडा. मग डाव्या हाताच्या, बोटे, मूठ, मनगट, दंड यांच्या स्नायूंना ताणून सोडा.
८. मानेखालील सर्व शरीर आता सैल झालेले जाणवेल. आता चेहऱ्यावरील स्नायूंवर लक्ष केंद्रित करा. हसून गालाचे स्नायू सैल सोडा. ओठ आवळून सैल सोडा. डोळे गच्च मिटून पापण्या सैल करा. आता मिटलेल्या अवस्थेत डोळ्यांची बुबुळे चारी बाजूला फिरवून पाहा. सावकाश श्वास घेत राहा. रक्तप्रवाह संथ फिरत असल्याचे जाणवेल, हृदयाचे ठोके, त्याचे आकुंचन-प्रसरण जाणवेल.
९. थोडा वेळ तसेच पडून दीर्घ श्वसन करत राहा. मग सावकाश हात उचलून डोक्यावरती न्या. मांजरासारखे हातपाय ताणून आळस घ्या. सावकाश उठून उभे राहा.

दीर्घ श्वसनाचा सराव लहान वयात केला तर फायद्याचे असते. श्वास आत घेताना जेवढा वेळ लागेल त्याच्या दुप्पट वेळ घेऊन श्वास सोडावा. आकडे मोजून सराव केला की मग ही कृती आपोआप जमते. श्वास पूर्ण घेतल्यावर आणि पूर्ण सोडल्यावर दोन सेकंद त्याच अवस्थेत राहा. असे दीर्घ श्वसन विश्रांती घेताना केल्यास शरीर ताजेतवाने होते.



चेहऱ्यामागचा चेहरा

चेहरा जेव्हा रागीट होतो तेव्हा चेहऱ्याचे चौतीस स्नायू काम करतात आणि चेहरा हसरा होतो तेव्हा तेरा स्नायू वापरले जातात. आरशासमोर उभे राहून आपल्या चेहऱ्याचे स्नायू कशा गमतीजमती करतात बघू या. जणू एकाच चेहऱ्याला अनेक रूपे आहेत.



खालचा ओठ खालच्या दिशेने खेचा,
मग वरचा ओठ वरच्या दिशेने खेचा

चेहऱ्याचे सर्व स्नायू ताणून
चेहरा रागीट करा



आधी कपाळाला आठ्या घालत
टाळू मागे खेचा,

मग विरुद्ध दिशेने डोक्यावरील
त्वचा खाली न्या,



तुम्हांला कान मागे खेचून
घेता येतात का?

तुम्हांला कान वरच्या दिशेने
हलवता येतात का?



नाकपुड्या फुलवून पाहा.

नाकपुड्या बंद करा.
(पण बोटे मात्र वापरायची नाहीत.)



एक डोळा बंद करा,
दुसरा उघडा ठेवा.
नंतर दुसऱ्या डोळ्याने हीच कृती करा.

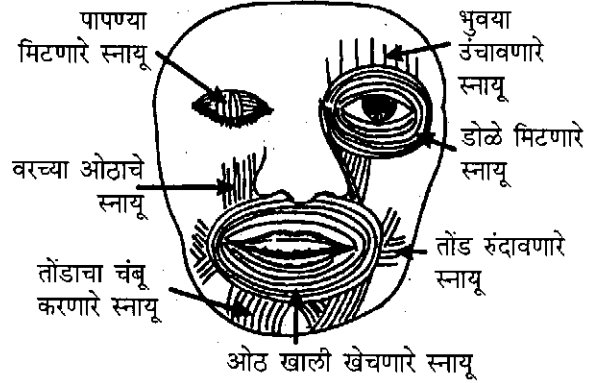
आपले तोंड रूंद करून पाहा.



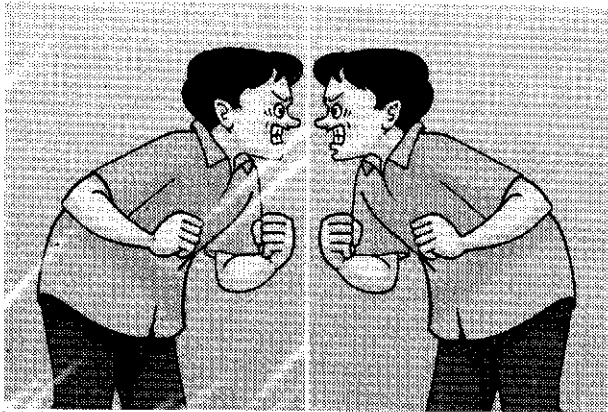
मग चेहरा जास्तीतजास्त आवळून
तोंडाचा चंबू करा
आता चेहरा जमेल
तेवढा रूंदावून हसरा करा.



चेहऱ्याच्या स्नायूंचा तपशीलवार अभ्यास करा.



पृथ्वीवरील इतर कोणत्याही प्राण्यापेक्षा मानवी चेहरा सर्वात जास्त भाव दर्शवू शकतो. राग, निराशा, दुःख, आनंद यांसारख्या काही ठळक भावना दाखवण्यासाठी चेहऱ्याचे स्नायू वापरले जातात. स्नायू हे एकमेकांना पेशी जोडून लांब दोरीसारख्या उतींनी (टिश्यू) बनलेले असतात. अशा अनेक रेषांचे पीळ बसून खास प्रकारच्या पेशींनी (जोड उती) ते जोडलेले असतात. स्नायूंवर मज्जातंतूंच्या आणि रक्तवाहिन्यांच्या जाळ्यांचे आवरण असते. त्यांतून स्नायूंना कार्य करण्यासाठी रक्तपुरवठा होतो; तसेच मज्जातंतूंमुळे मेंदूपर्यंत संदेशाचे दळणवळण होते. वापर केला नाही तर स्नायू दुर्बल बनतात आणि मग आपली क्षमता हरवतात. अनेक जणांना आपले कान हलवता येत नाहीत, कारण ते स्नायू कधीच वापरले जात नाहीत. व्यायाम करून स्नायू योग्य अवस्थेत ठेवणे हे उत्तम आरोग्याचे लक्षण आहे.



चेहऱ्यावरूनच भावना ओळखाल?

एक चित्र हजार शब्दांचे काम करू शकते असे म्हणतात. कधीकधी तर हजार शब्द पुरणार नाहीत ते सांगायला चेहऱ्यावरचा एक भाव पुरेसा असतो. होय ना? खालील खेळातून आपण तेच पाहणार आहोत.

साहित्य : कागद, पेन्सिल

कृती :

- मुलांनी एकत्र येऊन हा खेळ खेळायचा आहे. कागदाच्या तुकड्यावर एक भावना लिहून त्याची घडी घालून चिठ्ठी बनवा. खालील भावनांची प्रत्येकी एक अशा अनेक चिठ्ठ्या एकत्र करा.
राग, आनंद, आश्चर्य, दुःख, घृणा, तिरस्कार, भीती, कंटाळा, प्रेम, गोंधळ, अधीरता, बेचैनी, नैराश्य, चकित, अडेलतडू, लाजिरवाणा, सावध वगैरे. एकच भावना, पण तिची तीव्रता आणि छटा वेगळी असलेल्या चिठ्ठ्या मुद्दाम बनवा. उदा. आनंद, हर्षोन्माद, कंटाळा, बेसावध वगैरे.
- प्रथम उपस्थित मुलांना या भावना शब्दांमध्ये, उदाहरणे देऊन कल्पना द्या. त्यांचा अर्थ आणि तीव्रता स्पष्ट करा.
उदा. मला सत्तर टक्के मार्क पडले - आनंद
मी वर्गात पहिला आलो - हर्षोन्माद
माझा इतिहासाचा पेपर चांगला गेला होता तरी मला फक्त पन्नास मार्क पडले - आश्चर्य
या भाजीला नासल्याचा वास येतो आहे - घृणा ...इ.
- प्रत्येक मुलाने वा मुलीने एक चिठ्ठी उचलून, उघडायची आणि वाचायची. त्यावर लिहिलेली भावना शब्द न वापरता प्रकट करायची. चेहऱ्याची हालचाल, अर्थशून्य आवाज, शरीराची भाषा इत्यादी वापरले तरी चालेल पण शब्द वापरायचे नाहीत.
- इतर सर्वांनी ती भावना ओळखायची आहे. भावनेच्या प्रगटीकरणासाठी प्रत्येक जण वेगवेगळी रीत वापरतात. प्रत्येकाची भावना ओळखायची क्षमताही वेगवेगळी असते. काही भावना हावभावांतून, चेहऱ्यावरून व्यक्त करायला कठीण असतात तर काही सोप्या असतात.

वय वाढते तसे स्त्रियांना पुरुषांपेक्षा अधिक सुरकुत्या पडतात. त्याचे कारण पुरुषांच्या बाहेरील त्वचेखालचा स्तर अधिक जाड असतो आणि तो अधिक काळ लवचीक राहतो.

मानव अनेक प्रकारच्या भावना हावभावांतून व्यक्त करू शकतो. काही भावनांचे प्रगटीकरण इतके सारखे असते की आपण त्या भावनांसाठी वेगळे शब्द वापरतो असा प्रश्न पडावा (उदा. सुखी, आनंदी). भावना व्यक्त करायच्या पद्धती वेगळ्या असतात. चेहऱ्यावरील भाव, डोळ्यांतून व्यक्त होणारे भाव हे सर्वात महत्त्वाचे असते. हाताच्या, शरीराच्या हालचाली त्या त्या भावनेला पुरक असतात. समोरच्या व्यक्तीच्या भावनेला प्रतिसाद देताना होणारे हावभाव वेगळे असतात. एखाद्याने व्यक्त केलेली भावना पाहणाऱ्या सर्वांनाच सारखी वाटेल असे नाही. प्रत्येकाची पद्धत वेगळी असू शकते. प्रत्येकाच्या मानसिक प्रवृत्तीप्रमाणे भावनांची तीव्रता कमी-जास्त असते आणि त्याप्रमाणे ती व्यक्त होते.



शरीरात दडलेले घड्याळ

भावना आणि वेळ वस्तूप्रमाणे बोट दाखवून दुसऱ्याला दाखवता येत नाही. पण प्रत्येकाला त्याची जाणीव असते. आपल्या शरीराची वेळेची जाणीव खालील कृतीने तपासून बघू या.

साहित्य : सेकंद मोजणारे घड्याळ, शब्दकोश, गोष्टीचे पुस्तक.

कृती :

१. एक सेकंद ही वेळ कृतीने मोजून पाहा. उदा. श्वास घेणे, टाळी वाजवणे, सेकंद हा शब्द उच्चारणे... अशा कोणत्या कृती तुम्हांला सुचतात?
२. एक मिनिट ही वेळ कृतीने मोजून पाहा. उदा. पायांत बूट घालून बुटाचे बंद बांधणे, श्लोक वा प्रार्थना म्हणणे, उठावशा काढणे, आकडे मोजणे, पाढे म्हणणे...इ.
३. ज्या कृती आपण रोज करतो त्यासाठी लागणारा वेळ घड्याळ वापरून मोजून पाहा. यासाठी हवी तर जोडीदाराची मदत घ्या. कृती करताना घड्याळ चालू आहे म्हणून वेग वाढवू नका. उदा. दप्तर भरणे, गणवेश चढवणे, घरापासून शाळेपर्यंत पोचणे, संपूर्ण नाव, पत्ता वहीवर लिहिणे... इत्यादींसाठी किती वेळ लागतो ते मोजा.
४. वेळेचा अंदाज करा. जोडीदाराला घड्याळामध्ये वेळ मोजायला सांगा. बाह्य साधन न वापरता तुम्ही मनामध्ये वेळ मोजा. एक मिनिटाने खूण करा. प्रत्यक्ष वेळ किती गेला हे जोडीदार घड्याळ बघून सांगेल. त्यामध्ये फरक येईल. ही कृती परत करून पाहा. एक चिमणी

वेळ ही शरीरातील क्रियांशी निगडित असते. प्रत्येक शरीराचे एक स्वतंत्र सजीव घड्याळ असते (बॉयोलॉजिकल क्लॉक). शरीरात ठरावीक वेळ घेत क्रमाक्रमाने कृती घडत जातात. स्वस्थ झोपलेल्या अवस्थेत हृदयाचे ठोके मंद पडतात. उठल्यावर नियमित गतीने पडतात. चालताना, पळताना, काम करताना मात्र त्यांची गती वाढते. रक्तदाब सकाळी कमीतकमी तर रात्री झोपण्यापूर्वी जास्त असतो. रात्रीच्या वेळी शरीराची रोगप्रतिकारशक्ती सकाळी असते त्यापेक्षा कमी असते. अशा प्रकारे शरीरातील प्रत्येक कृतीचे विशिष्ट घड्याळ असते. त्या बाबतीत काही कृत्रिम प्रयोग केले गेले आहेत त्यांचे निष्कर्ष शरीरातील अशा सजीव घड्याळाच्या अस्तित्वाला पुष्टी देतात. पृथ्वीच्या फिरण्यामुळे दिवसरात्र सर्व ठिकाणी वेगवेगळी आहे. अमेरिकेतून वा युरोपमधून येणाऱ्या प्रवाशांची भारतात आल्यावर दिवस व रात्र यांची वेळ बदलते. त्याप्रमाणे शरीराला जुळवून घेण्यासाठी दोनतीन दिवस जावे लागतात असा अनुभव येतो. दिवस-रात्रीची अजिबात कल्पना न देता बंद खोलीत नित्यकर्म करत मानवी शरीर ठेवले तर 'शरीराचे' घड्याळ चक्क पंचवीस तासांचा दिवस नोंदते.

वेळेचे महत्त्व पुढील आयुष्यात अत्यंत महत्त्वाचे ठरते. वेळेचे नियोजन हा आधुनिक व्यवस्थापनाचा एक महत्त्वाचा भाग आहे.

आली आणि दाणा टिपून गेली. दुसरी चिमणी आली आणि दाणा टिपून गेली.... अशा पद्धतीने मनात उच्चार करत वेळेचा अंदाज अचूक करायचा प्रयत्न करा.

५. **सापेक्ष वेळ** - शब्दकोश किंवा दूरध्वनी क्रमांक लिहिलेले पुस्तक घेऊन त्याची पाने वाचा. किती वेळ झाला असेल याचा अंदाज करा. पाच मिनिटे झाली असे वाटले की थांबा. प्रत्यक्ष घड्याळात वेळ पाहा. आता गोष्टीचे पुस्तक घेऊन हाच प्रयोग करा. मनाच्या अवस्थेवर वेळेची संवेदना अवलंबून असते हे तुमच्या लक्षात येईल. कंटाळवाणे काम करताना वेळ सावकाश जातो असे भासते तर आवडते काम करताना वेळ भराभरा जातो असे भासते. मनाला वेळेची संवेदना होताना तिची गती याप्रमाणे सापेक्ष असते. प्रत्यक्षात वेळ एकाच गतीने पुढे जातो.



वेळेची संवेदना ही मेंदूच्या अवस्थेवर अवलंबून असते. शरीरातील ज्ञानेन्द्रियांना होणाऱ्या संवेदना आणि आधीचे अनुभव वेळेबद्दल अंदाज करू शकतात. उदा. पाण्याच्या पिंपात नळ सोडला की किती वेळ झाल्यावर ते भरते याचा अंदाज येतो. रोजचे दूध तापत ठेवले तर किती वेळाने उकळते ते कळते.

आपण असे का वागतो?

मानसशास्त्र हे माणसाच्या वर्तणुकीचे विज्ञान आहे. माणूस विचार करतो, कृती करतो ती समजून घेणे, त्यातील संगती आणि विसंगती शोधणे हे या शास्त्रामध्ये केले जाते.

माणसांचा मोठा गट एकत्र करून, त्यांची प्रगती, त्यांचे एकमेकांशी वागणे, परिस्थितीनुसार त्यात होणारे बदल यांचा अभ्यास करणारी शाखा म्हणजे समाजशास्त्र. आपण जीवन जगताना फक्त स्वतःचाच विचार करत असतो अशी आपली समजूत असते. प्रत्यक्षात आपले वागणे, विचारांची पद्धत आसपासच्या व्यक्तींवर, आपण वाढलो त्या समाजावर अवलंबून असते. म्हणून प्रत्येक समाजगटाचे संस्कृती, आचार, विचार, वेगळे असतात.

कृती :

१. नाकाने श्वास घ्या आणि काहीतरी गिळल्यासारखे घशाचे स्नायू हलवा. या दोन्ही क्रिया एकाच वेळी करायचा प्रयत्न करा, येत नाही. नाक आणि घसा एका लहान नलिकेने जोडलेले असतात आणि ती अशा पद्धतीने जोडलेली असतात की श्वास घेणे आणि गिळणे या कृती एकाच वेळी करता येत नाहीत.
२. उभे राहून पाणी प्या. सहजपणे पाणी घशातून पोटापर्यंत जाते. आता तोंडात पाणी घ्या आणि कमरेतून पुढे वाकून मान खाली करा. तोंडातील पाणी प्यायचा प्रयत्न करा. तोंडाची पातळी पोटाच्या खाली असल्याने

हे सहजपणे होत नाही. गुरुत्वाकर्षणामुळे उभ्या अवस्थेत पाणी सहजपणे खाली जाते. वाकल्यावर घशाच्या स्नायूंना खास जोर लावावा लागतो.

मानवी शरीरात दोनशे सहा हाडे असतात. मांडीचे हाड सर्वात मोठे तर कानाच्या आतील भागातील तीन हाडे अगदी लहान आकाराची असतात. आपला मेंदू सुरक्षित ठेवणारी डोक्याची कवटी एकसंध वाटली तरी प्रत्यक्षात मात्र एकमेकांत चपखल बसणाऱ्या सात हाडांनी बनलेली असते. तुकडे जोडून चित्र बनते त्या खेळातील तुकड्यांप्रमाणे ही सात हाडे एकत्र केली जातात.

मानवी शरीरात पासष्ट ते सत्तर टक्के पाणी असते. प्रत्येक पेशी, स्नायू, रक्त वगैरे सर्व अवयवांत पाण्याचा भरपूर अंश असतो.



आपली शक्ती किती वॉट आहे?

शारीरिक काम करताना आपल्या शरीराने किती वॉट शक्ती खर्च केली ते उत्तर काढता येते.

साहित्य : पायऱ्या असलेली उंच जागा (उदा. जिना), मोजपट्टी, वजनकाटा, सेकंद मोजणारे घड्याळ, कागद, पेन्सिल.

कृती :

१. मोजपट्टी वापरून एका पायरीची उंची मोजा. छोटी टेकडी, देऊळ किंवा जिना जी उंच जागा असेल त्या ठिकाणी जाण्यासाठी किती पायऱ्या आहेत त्या मोजा. या दोन संख्यांचा गुणाकार करा. जे उत्तर येईल ते निवडलेल्या स्थानाची सरळ उंची असेल. ही उंची मीटरमध्ये नोंद करा.
२. वजनकाट्यावर उभे राहून तुमचे वजन किती किलोग्रॅम आहे याची नोंद करा.
३. घड्याळ चालू करून पायऱ्या चढायला सुरुवात करा. उंच स्थानी पोचायला किती वेळ लागतो ते सेकंदांत मोजा. घड्याळ नसले तर पायऱ्या चढताना एक हजार एक, एक हजार दोन... असे आकडे मनामध्ये मोजा. हा प्रत्येक आकडा उच्चारण्यासाठी एक सेकंद वेळ लागतो.
४. वजन \times उंची \times $९.८१ /$ वेळ या समीकरणाचा वापर करा. जे उत्तर येईल तितके 'वॉट' कार्यशक्ती तुमच्या शरीराने निर्माण करून वापरली आहे. उदा., पन्नास किलो वजनाची व्यक्ती पाच मीटर उंचीवर असलेल्या देवळात दहा सेकंदांत पोचत असेल तर $५० \times ५ \times ९.८१ / १० = २४५.२५$ वॉट कार्यशक्तीचा वापर करते.

सामान्यतः स्नायू बलदंड, पीळदार असले तर ती व्यक्ती शक्तिमान मानली जाते. हे बरोबरच आहे. शास्त्रीयदृष्ट्या वजन आणि वजन हलवलेले अंतर यांचा गुणक कार्य म्हणून नोंदले जाते. खूप मोठा दगड हलवण्याचा प्रयत्न केला आणि तो हलला नाही तर स्नायू दमतात, पण शास्त्रीय दृष्टीने 'कार्य' शून्य असते. दर सेकंदाला जितके 'कार्य' केले जाते त्याला 'कार्यशक्ती' म्हणतात. कार्य 'न्युटन'मध्ये तर कार्यशक्ती 'वॉट'मध्ये मोजतात. ही दोन थोर शास्त्रज्ञांची नावे आहेत. अनेक यंत्रांवर त्या यंत्राची कार्यशक्ती वॉटमध्ये लिहिलेली असते. १००० वॉटच्या पटीत असेल तर कार्यशक्ती किलोवॉटमध्ये मोजतात. चारचाकी वाहन २०० किलोवॉट कार्यशक्ती वापरते तर कपडे धुण्याचे यंत्र ३०० ते ३५० वॉटचे असते.

५. मित्रांबरोबर तुमच्या कार्यशक्तीची तुलना करा. कार्यशक्तीचा व्यक्तीच्या उंचीशी संबंध असतो का? तीनचार वेळा चढून झाल्यावर कार्यशक्तीमध्ये घट होते असे आढळते, तीच उंची चढून जाण्यासाठी व्यक्तीला नंतर अधिक वेळ लागतो.

तोंड बंद करून जिभेने दातांच्या आतील बाजूस एक एक करत स्पर्श करा. आपल्या दातांच्या आकारात फरक आढळेल. आता चुरमुरे तोंडात टाका आणि कोणते दात वापरले जातात याकडे लक्ष द्या. गाजर वा पेरू खाताना आपण कोणते दात प्रथम वापरतो, कोणते नंतर वापरतो याकडे लक्ष द्या. चुरमुरे खाताना फक्त मागचे दात वापरले जातात, तर पेरू खाताना प्रथम पुढच्या दातांनी तोडला जातो आणि मग मागील दादा वापरून तुकड्याचा लगदा केला जातो. हे करताना तोंडाच्या स्नायूंची कार्यशक्ती वापरली जाते.



आपले हृदय कसे काम करते?

हृदय हा स्नायुंनी बनलेला एक असामान्य अवयव आहे. दिवसातून एक हजारपेक्षा अधिक वेळा धडधडणारे हे अद्भुत यंत्र शरीरातील रक्ताच्या एका फेरीसाठी एक मिनिटाहून कमी वेळ घेते. ठरावीक ठिकाणी बोट टेकवून त्याचे धडकणे ऐकू या.

साहित्य : कागद, सेकंद मोजणारे घड्याळ, दोरी.

कृती :

१. १८१९ साली हृदयाचे ठोके मोजणारे पहिले यंत्र शोधले गेले (स्टेथोस्कोप). ती एक पोकळ नळी होती. कागदाची गोल सुरळी करून तिचे एक टोक जोडीदाराच्या छातीवर टेकवून दुसऱ्या टोकाशी तुमच्या कानाने त्याच्या हृदयाचे ठोके ऐका. छातीला कान टेकवला तरी ठोके ऐकू येतात. लक्षपूर्वक ऐकले तर दोन प्रकारचे आवाज येतात. लब्ब... धब्ब असा त्यांतील फरक सरावाने ओळखता येतो.
२. ज्या रक्तवाहिन्या त्वचेपासून खूप आत असतात त्यातून जाणारा रक्तप्रवाह कळत नाही. पण काही रक्तवाहिन्या त्वचेला लागून असतात. त्या ठिकाणी बोटाचे शेवटचे पेर दाबले तर रक्तवाहिनीचे होणारे आकुंचन-प्रसरण बोटांना कळते. उजव्या हाताची मधली तीन बोटे डाव्या हाताच्या मनगटावर आतल्या बाजूस अंगठ्याच्या खाली जोर देऊन दाबली तर उडणारी वाहिनी बोटांना जाणवते. शरीरात असे अनेक बिंदू आहेत ज्या ठिकाणी या नलिका त्वचेलागत आहेत. त्यांच्या हालचालींना 'नाडी' असे म्हणतात. प्राचीन भारतीय वैद्यकशास्त्रात या नाडीच्या अभ्यासावरून शरीरातील बिघाड ओळखत असत. यासाठी मधली तीन बोटेच वापरावी, अंगठा वापरू नये. कारण अंगठ्यामध्ये एक रक्तवाहिनी त्वचेलागत असते, आणि जोर देताच तिचेच उडणे आपल्याला जाणवते.
३. चेहरा, काख, कोपर, खांदा, पोट, कंबर, गुडघा, टाच या अवयवांवर बोटांने दाबत राहा आणि त्या जागी रक्तप्रवाहाचे धडकणे दाखवणाऱ्या त्वचेलागतच्या नलिका शोधा.
४. घड्याळ लावून एका जागी स्वस्थ बसून एका मिनिटात हृदयाचे ठोके किती पडतात ते मोजा. या आकड्याला 'ठोक्यांचे प्रमाण' (पल्स रेट) म्हणतात. तीन-चार वेळा हा आकडा काढा. साधारण तोच येईल. तुमच्या मित्राचे ठोके मोजा. व्यक्तिगणिक हे प्रमाण बदलते का

पाहा.

५. उभे, बसलेले, झोपलेले या अवस्थेत तुमच्या हृदयाच्या ठोक्यांचे प्रमाण मोजा. पंचवीस दोरीवरच्या उड्या मारा आणि ठोके मोजा. १०० उड्या मारा, पळत मैदानाला फेरी मारा, जिन्याची चढउतार करा आणि प्रत्येक कृतीनंतर हृदयाचे ठोके घड्याळ लावून मोजा. दोन कृतींमध्ये विश्रांती घ्या. परीक्षेचा निकाल ऐकण्यापूर्वी, ऐकल्यानंतर, रहस्यकथा वाचताना इ. भावनिक अवस्थेतही ठोक्यांचे प्रमाण वाढते. आनंद, भीती, उत्सुकता या भावनांमुळे हृदयाचे ठोके जलद होतात.
६. खिडकीच्या तावदानात भरायच्या लांबीचा लहानसा गोळा घेऊन त्यात एक बारीक काडी टोचा आणि तो गोळा मनगटावरील रक्तवाहिनीवर दाबून बसवा. काडी उभी राहायला हवी. जसे तुमचे ठोके पडतील तशी काडी हलताना दिसेल.

जन्माला येण्यापूर्वी सहा महिने आधीच हृदयाची स्पंदने सुरू होतात. सर्वसामान्य आयुष्यात ते तीन अब्ज वेळा धडकते. त्याचा आकार मुठीइतका असतो. हृदयाची उजवी बाजू नीलेतून जमा होणारे अशुद्ध रक्त फुफ्फुसांकडे शुद्धीकरणासाठी पाठवते तर डावी बाजू फुफ्फुसांकडून येणारे शुद्ध रक्त सर्व शरीरभर पसरवते.

एखाद्या पंपाप्रमाणे हृदय आकुंचन-प्रसरण पावत सतत धडकत असते. हृदयाच्या झडपा उघडताना, बंद होताना जो आवाज होतो, तोच हृदयाचे ठोके म्हणून ऐकला जातो. छातीच्या मध्यभागी किंचित डाव्या बाजूला छातीच्या त्वचेजवळ हृदयाचे वरचे टोक असते. त्या ठिकाणी त्याचे धडकणे सर्वात स्पष्ट ऐकू येते. हृदय आकुंचन पावते तेव्हा त्यातील रक्त शरीरभर पसरते आणि रक्तवाहिन्यांच्या आतील भिंती प्रसरण पावतात. हृदय पूर्वस्थितीत आले की रक्तवाहिन्या आकुंचन पावतात. या क्रियेमुळे रक्तप्रवाह वाहता राहतो. रक्तवाहिन्यांचे आकुंचन-प्रसरण म्हणजे हाताला जाणवणारे त्यांचे स्पंदन किंवा नाडी होय. हृदयाचा निरोगीपणा त्याच्या आवाजावरून आणि ठोक्यांच्या प्रमाणावरून ठरतो. निरोगी हृदय एका ठोक्यात आजारी हृदयापेक्षा जास्त रक्त बाहेर पसरवते. मानवी हृदयाच्या ठोक्यांचे प्रमाण वयाबरोबर कमी होते. जन्मलेल्या मुलाचे १३० ते १५०, १२ वर्षाच्या मुलाचे ७० ते १०० तर प्रौढ व्यक्तीचे ६० ते ८० ठोके दर मिनिटाला पडतात.

श्वासोच्छ्वास? किती लिटर हवा आहे?

छातीच्या बरगड्यांमध्ये हृदयाच्या दोन बाजूंना रबरी पिशवीप्रमाणे सतत आकुंचन-प्रसरण पावणारी दोन फुफ्फुसे असतात. श्वास घेणे-सोडणे ही क्रिया करतात. श्वासाचे प्रमाण आणि आकारमान कसे मोजता येईल?

साहित्य : काचेची मोठी बाटली (झाकण असलेली), मोजपात्र, रंगीत पेन्सिल, अर्धा मीटर लांबीची रबरी नळी, पाणी, कापूस, घड्याळ, घट्ट चिमटा, थोडे स्पिरिट, प्लॅस्टिकची टोपली.

कृती :

- स्वस्थ एका जागी बसा. एका मिनिटात किती वेळा श्वास घेता-सोडता ते घड्याळ वापरून मोजा. तुमच्या मित्रांनाही हीच कृती करायला सांगून आकड्यांची तुलना करा. पत्रास उठावशा काढा आणि परत एका मिनिटात किती वेळा श्वास घेता ते मोजा. आता हा आकडा वाढलेला असेल.
- मोठ्या बाटलीत मोजपात्राने २०० मिलीलिटर पाणी ओता आणि पाण्याच्या पातळीवर रंगीत पेन्सिलीने खूण करा. असे अनेक वेळा २०० मि.लि. पाणी ओतून बाटली पूर्ण भरेपर्यंत खूणा करून घ्या.
- भरलेल्या बाटलीला झाकण लावा. प्लॅस्टिकच्या रुंद तसराळ्यात २/३ पाणी भरा आणि बाटली झाकण लावलेल्या अवस्थेत त्या तसराळ्यात उलटी करा. पाण्याखालील झाकण काढा. बाटलीमध्ये अजिबात हवा राहू नये.
- रबरी नळीचे एक टोक पाण्यात घालून बाटलीमध्ये येईल असे ठेवा. बाटलीत हवेचे बुडबुडे असले तर ते नळीच्या दुसऱ्या टोकाने हवा ओढून काढून टाका.



पाणी नळीत शिरू लागले की हवा ओढायची थांबवा आणि दुसऱ्या टोकाला घट्ट चिमटा लावा.

- चिमटा लावलेली नळी हातात धरा. मोठ्याने श्वास घेऊन नळी तोंडात पकडा. चिमटा काढून पूर्ण श्वास तोंडाने नळीत ढकला आणि झटकन नळीला चिमटा लावा.
- बाटलीतील पाण्याची पातळी तुम्ही फुंकलेल्या हवेमुळे खाली आलेली असेल. बाटलीवर आधी केलेल्या खूणांमुळे तुम्ही उच्छ्वासाने सोडलेल्या हवेचे आकारमान सहज कळते. या प्रयोगाने तुमच्या फुफ्फुसांत किती मि.लि. हवा आहे हे मोजता येते.
- नेहमी घेतो तसा साधा श्वास घेऊन वरीलप्रमाणे फुफ्फुसाची क्षमता मोजा. छाती पूर्ण भरून श्वास घेऊन पुन्हा क्षमता मोजा. प्रत्येक वेळी बाटली पूर्ण भरून घ्या आणि कापसाच्या बोळ्याने स्पिरिट लावून नळीचे तोंड स्वच्छ पुसून घ्या. वरील दोन क्षमतांमधील फरक काढा. तुमच्या मित्रांचाही फरक काढा आणि तुलना करा. साधा श्वास आणि दीर्घ श्वास यांतील फरक तुम्ही फुफ्फुसाची किती कमी क्षमता वापरता हे सांगेल.

माणसाला जिवंत राहण्यासाठी प्राणवायूची गरज असते. हवेत मुबलक प्रमाणात प्राणवायू असतो. आपली फुफ्फुसे नाकावाटे हवा आत घेतात आणि त्यातील प्राणवायू वेगळा करून शोषतात, अशुद्ध कर्बवायू (कार्बन डाय ऑक्साइड) उच्छ्वासावाटे हवेत सोडतात. प्रत्येक व्यक्ती दिवसाला सुमारे सोळा किलो हवा आत घेते. जितके अन्न आणि पाणी घेतले जाते त्याच्या जवळजवळ सहापट वजनाची हवा घेतली जाते. व्यक्तिगणीक हे प्रमाण थोडे बदलू शकते.

दीर्घ श्वासामध्ये फुफ्फुसे हवेने पूर्ण भरतात. वरील प्रयोगात उच्छ्वासाच्या हवेने पाणी बाजूला सारले जाते, आणि बाटलीत ती हवा साठते. अशा प्रकारे फुफ्फुसांची क्षमता मोजता येते. निरोगी शरीरातील फुफ्फुसांची क्षमता जास्त असते. अशुद्ध हवेत सतत श्वासोच्छ्वास केला तर फुफ्फुसे क्षीण होतात, असे संशोधनाने सिद्ध झाले आहे. प्रदूषित हवेत राहणाऱ्या लोकांमध्ये फुफ्फुसांच्या रोगाचे प्रमाण अधिक असते असे आकडेवारी सांगते. यामुळे हवेतील प्राणवायू शोषून कर्बवायू बाहेर फेकण्याची फुफ्फुसांची क्षमता कमी होते.

अन्नाचे पचन पोटात होते कसे?

पचन ही एक गुंतागुंतीची क्रिया आहे. शरीरातील अनेक अवयव पचनक्रियेमध्ये भाग घेतात. अन्नाचा प्रवास कसा होतो?

उन्हाळ्यात बर्फ घातलेले पाणी प्या. डोळे मिटून तुमचे सर्व लक्ष पाणी आणि त्याचा थंडगार स्पर्श यावर केंद्रित करा. पाण्याचा थंडपणा तोंडाचा आतील भाग, घसा, अन्ननलिका, जठर यांमध्ये क्रमाने सावकाश पोचलेला समजून येईल.

उकडलेला बटाटा सावकाश चावून खा. प्रथम समोरच्या दाताने बटाट्याचा तुकडा काढला जातो. मग बाजूचे सुळे त्याचे लहान तुकडे करतात. त्यानंतर मागच्या दाढा एकमेकांवर घासत, खालचा जबडा गोल फिरत त्या तुकड्यांचा लगदा करतात. त्यामध्ये तोंडातील लाळ मिसळते. बटाट्यातील पिष्टमय पदार्थांचे एका विशिष्ट साखरेत रूपांतर होते त्यामुळे पुढे त्याचे शोषण सोपे होते. जास्त वेळ चघळत राहिले तर सर्व पिष्टमय पदार्थ त्यात प्रत्यक्ष साखर नसली तरी गोड लागतात.

पोळीभाजीचा पोटातील प्रवास

बरेचदा आपण पोळीमध्ये भाजी घालून तिची सुरळी करून खातो. तिचा पोटातील प्रवास कसा होतो पाहा.

प्रथम तोंडातील पटाशीचे दात (समोरचे) सुरळीचा मोठा तुकडा पाडून आत सारतात. त्यामागील सुळे त्याचे लहान तुकडे करतात, दाढा लगदा करतात. जिभेवरती दोन्ही बाजूला जे बारीक उंचवटे असतात ती चवीची केंद्रे आहेत. त्यामुळे आपल्याला पदार्थांची चव कळते. जिभेमुळे तुकडे तोंडात फिरवले जातात आणि त्यांमध्ये लाळ मिसळते. पोळीतील पिष्टमय पदार्थांचे त्यामुळे साखरेत रूपांतर होते. गालांचे, जबड्यांचे, जिभेचे स्नायू आणि दात हे अवयव यामध्ये भाग घेतात. आपल्याला नाकामुळे अन्नाचा वास येतो आणि तोंडातील ग्रंथी उत्तेजित होऊन लाळ सुटते. खाऊन झाल्यावर, रात्री

आपण जे अन्न खातो त्यातील योग्य तो भाग शरीर शोषून घेते आणि उरलेला शरीरातून बाहेर टाकते. या क्रियेलाच 'पचन' म्हणतात. जे अवयव यामध्ये भाग घेतात त्या सर्वांना मिळून 'पचनसंस्था' म्हणतात. शरीरातून अन्नाचा प्रवास होताना पचनसंस्थेत भाग घेणाऱ्या अवयवांतून विविध प्रकारचे स्राव त्यामध्ये मिसळतात. त्यामुळे अन्नातील घटकांमध्ये बदल होतो. हे घटक शोषून घेण्यासाठी हा बदल घडवला जातो. हवा तो घटक शोषून उरलेले अन्न पुढे पाठवले जाते. वेगवेगळ्या अन्नघटकांचे वेगवेगळ्या अवयवांमध्ये शोषण होते.

अन्नाचे मुख्यतः सात भाग आहेत. साखर, पिष्टमय पदार्थ, स्निग्ध पदार्थ, प्रथिने, जीवनसत्त्वे, खनिजे, चोथा आणि पाणी. आपल्या रोजच्या जेवणात हे सर्व घटक योग्य प्रमाणात असतात. भात, चपाती, भाकरी हे पिष्ट पदार्थ, गोड पदार्थांतील साखर, तेल-तूप यांमध्ये स्निग्ध पदार्थ, डाळी, दूध यांमध्ये प्रथिने, भाज्या-कोशिंबिरी-फळे यांमध्ये खनिजे, जीवनसत्त्वे, चोथा हे सर्व प्रामुख्याने येते. यांमधील एखादाच घटक खूप खाणे वा एखादा घटक शरीराला अजिबात न मिळणे या दोन्ही गोष्टींमुळे शरीराची हानी होते. सर्व पदार्थ योग्य प्रमाणात असलेले जेवण म्हणजेच 'समतोल आहार' होय. आपल्या भारतीय संस्कृतीत पूर्वीपासून रोजच्या जेवणातील पदार्थांमध्ये या सर्वांचा समावेश केलेला आढळतो.

झोपताना आणि सकाळी उठल्यावर तोंड स्वच्छ केले नाही तर अन्नकण दातांच्या फटीत अडकून सडतात आणि दात किडतात. तोंडातून अन्न घशात येते. श्वासनलिका, नाक व अन्ननलिकांची तोंडे घशात उघडतात. त्यांपैकी श्वास आणि नाक यांकडून येणाऱ्या नलिकांवर असणाऱ्या झडपा बंद होतात आणि गिळल्यावर अन्ननलिकेत पोळीभाजीचा लगदा जातो. खाताना बोलले वा हसले तर अन्नकण श्वासनलिकेत जातात. त्यामुळे ठसका लागतो आणि कण घशात फेकले जातात.

अन्ननलिकेतून हा लगदा पोटात म्हणजे जठरात जातो. त्यामध्ये तो बराच वेळ राहतो. जठरातील स्राव या लगदात

अन्नामध्ये असणारी उष्णतारूपी कार्यशक्ती 'कॅलरी' या एककामध्ये मोजली जाते. आपले शरीर हालचाल करते, वेगवेगळ्या कृती करते, तापमान सतत तेवढेच ठेवते, मेंदू, हृदय सतत कामात असतात. यासाठी जी कार्यशक्ती लागते ती या अन्नघटकांतून मिळते. शरीरात जेवढ्या कॅलरी जातात तेवढ्या खर्च करत राहिले तर वजन तेवढेच राहते. कमी कॅलरी खर्च केल्या तर उरलेल्या चरबीच्या रूपात शरीरात साठवल्या जातात आणि स्थूलपणा वाढतो. गरज असेल तितकेच अन्न समतोल आहाराच्या स्वरूपात घेणे हा उत्तम आरोग्य टिकवण्याचा मार्ग आहे. जास्त शारीरिक श्रम करणाऱ्या व्यक्तींनी अन्न अधिक घ्यावे. बैठे, मानसिक काम करणाऱ्या व्यक्तींनी व्यायाम करून अधिक कॅलरीचा वापर केला नाही तर त्यांचा स्थूलपणा वाढतो.

मिसळतात आणि त्यातील काही घटकपदार्थ शरीरात शोषले जातात असा बदल त्यामध्ये घडतो. (जर जठरात अन्न नसले तर स्नाव झरल्यावर आपल्याला भुकेची जाणीव होते.) त्यानंतर हा लगदा लहान आतड्यातील पहिल्या भागात पोचतो. तिथे यकृत, स्वादुपिंड आणि पित्ताशय या तीन अवयवांकडून येणारे स्नाव मिसळतात आणि जवळजवळ सर्व घटक पचनासाठी

योग्य असे बनतात. लहान आतड्यात अन्न चौवीस तासांपर्यंत राहू शकते. तिथे या अन्नरसांचे शोषण होते आणि उरलेला चोथा मोठ्या आतड्यात जातो. त्यातील पाण्याचा अंश मोठ्या आतड्यात शोषला जातो आणि उरलेला घन भाग शौचावाटे शरीराबाहेर टाकला जातो. पोळीभाजीचा लांबचा प्रवास असा संपतो.

बोटांचे ठसे कसे घेतात?

दोन व्यक्तींच्या बोटांचे ठसे कधीही सारखे असत नाहीत. अगदी जुळ्या भावंडांचे ठसेही नेहमी वेगळे असतात. म्हणून बोटांचे ठसे माणसे ओळखण्यासाठी वापरले जातात. तुमच्या बोटांचे ठसे घ्या आणि त्वचेची माहिती मिळवा.

साहित्य : सूक्ष्मदर्शक भिंग, कागद, मऊ शिशाची पेन्सिल, पारदर्शक चिकटपट्टी, जाड शाई मुरलेला कापूस (इंकपॅड).

कृती :

१. सूक्ष्मदर्शक भिंग बोटांच्या शेवटच्या पेरासमोर धरून निरखून पाहा. खालील आकृतीपैकी एक स्पष्टपणे एकेका बोटावर दिसेल. या तीनच नमुन्यांमध्ये बोटावरील सूक्ष्म रेषा वळलेल्या आढळतील.
२. मऊ शिसे असलेल्या पेन्सिलीचे टोक कागदावर घासा. अडीच तीन सें.मी. आकाराचा चौरस, जाड थर भरून जाईल अशा पद्धतीने पेन्सिल घासा. या चौरसात हाताचे बोट पुढे-मागे असे दाबून फिरवा. बोटाच्या शेवटच्या पेरावर शिशाचा काळा थर येईल. या बोटावर पारदर्शक चिकटपट्टी एकही घडी न पाडता चिकटवा. तुमच्या बोटाचा ठसा चिकटपट्टीवर स्पष्ट उमटलेला दिसेल. ही चिकटपट्टी पांढऱ्या कागदावर चिकटवा

आणि भिंग वापरून तुमच्या बोटांचे ठसे निरखून पाहा. दहाही बोटांचे ठसे तयार करा.

३. शाई मुरलेल्या कापसाच्या घडीवर हाताचे एकेक बोट पूर्ण शाई माखेल असे फिरवा. कोऱ्या पांढऱ्या कागदावर नखाच्या या कडेपासून त्या कडेपर्यंत उमटेल असे बोट थोडे दाबून फिरवत बोटांचे ठसे घ्या. मात्र फार जोरात दाबले तर ठसा स्पष्ट येत नाही. शाई सुकली किंवा बोट फारच ओले झाले तरी देखील ठसा बिघडतो. सरावाने आपल्याला ठसा चांगला घेता येतो.
४. सर्व दहाही बोटांचे ठसे समोर ठेवा आणि सूक्ष्मदर्शक भिंगातून ते तपासा. वरील तीनांपैकी एकच आकृती दहाही बोटांवर आहे का? मित्राच्या बोटांचे ठसे घेऊन नीट तपासा. दोहोंमधील फरक तुम्हांला ओळखता येतो का?
५. याच प्रकाराने शरीरावरील इतर भागाचे ठसे घेता येतात का याचा प्रयत्न करून पाहा (ओठ, तळवा, तळपाय, पूर्ण हात इ.).

मानवी त्वचेच्या रंगाच्या अनेक छटा आहेत. त्वचेचा रंग त्वचेखाली असलेली रंगद्रव्ये, त्वचेची जाडी, रक्तपुरवठा यांवर अवलंबून असतो. पिवळटपासून काळा रंग त्वचेला

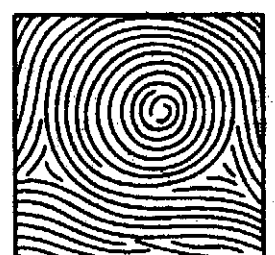
धनुष्याकृती



शंखाकृती



चक्राकृती



मिळतो. रंगाचे सूक्ष्मकण किती प्रमाणात आहेत यावर त्वचेचा रंग ठरतो. त्वचेच्या बाह्य आणि आतल्या आवरणामध्ये ही रंगद्रव्ये (मेलॅनिन) तयार करणाऱ्या पेशी असतात. त्या खालच्या अंतःस्त्वचेमध्ये रक्तवाहिन्यांचे जाळे, घाम, तेलकट द्रव्ये, स्राव तयार करणाऱ्या ग्रंथी, स्पर्शज्ञान होणाऱ्या मज्जापेशींची केंद्रे आणि केसांची मुळे असतात. त्यावरती बाह्य त्वचेचे आवरण असते ते मृतपेशींनी बनलेले असते. त्वचेचे हे दोन थर एकमेकांना चिकटलेले असतात. बाह्यत्वचेच्या आतील बाजूस आणि अंतःस्त्वचेच्या वरील बाजूस सूक्ष्म उंचवटे आणि खोलगट घळी असतात त्या एकमेकांत जिगसाँ खेळाच्या तुकड्यांसारख्या चपखल अडकलेल्या असतात. टाचेसारखी काही ठिकाणी त्वचा ५ मि.मी. इतकी जाड असते. तर काही

ठिकाणी ०.०५ मि.मी. (पापण्या, डोळे) इतकी पातळ असते. बोटांच्या शेवटच्या पेरावर हे उंचवटे ठरावीक नमुन्यात ओळीने मांडलेले असतात त्यामुळे ठसे निर्माण होतात.

शरीरातील बोटे, अंगठे, तळहात, टाचा आदींचे ठसे यांचा अभ्यास करण्यासाठी विज्ञानाची खास शाखा आहे. गुन्हेगारीशास्त्रासाठी (क्रिमिनॉलॉजी) याचा उपयोग होतो. अनेक ठसे तपासले तर त्यांतील ५ टक्के बोटांचे ठसे धनुष्याकृती, ६० ते ६५ टक्के शंखाकृती आणि ३० ते ३५ टक्के चक्राकृती असे विभाजन झालेले आढळते. धनुष्याकृतीमधील रेषा वक्राकार असतात, शंखाकृतीमध्ये रेषा आकड्यांसारखी वळणे घेतात, तर चक्राकृतीमध्ये रेषा गोल एकमेकांत असलेल्या कड्यांप्रमाणे असतात.

तुमच्यासारखे फक्त तुम्हीच!

सर्व मानव सारखेच असतात, पण दोन माणसे कधीही एकसारखी दिसत वा असत नाहीत. या अर्थाने प्रत्येक व्यक्ती 'एकमेवाद्वितीय'च असते. आपले आईवडिलांशी, भावंडांशी कितीही साम्य असले तरी काही वेगळेपणा हा असतोच असतो.

साहित्य : कागद, पेन्सिल.

कृती :

१. तुमच्या शारीरिक गुणांची नोंद करा. 'प्र.' हा शब्द प्रभावी आणि दु. हा शब्द दुय्यम गुणासाठी वापरा.
 १. केस - काळे (प्र.), तपकिरी (दु.)
 २. डोळे - काळे, निळसर (प्र.), धारे किंवा हिरवट (दु.)
 ३. पापण्या - लांब दाट (प्र.), आखूड, विरळ (दु.)
 ४. नाक - लहान मध्यम (प्र.), मोठे पसरट (दु.)
 ५. खळ्या - पडतात (प्र.), नाही (दु.)
 ६. कान - मोठे, चिकटलेल्या पाळ्या (प्र.), लहान, स्वतंत्र पाळ्या (दु.)
 ७. शरीरावरील केस - जास्त प्रमाण (प्र.), कमी प्रमाण (दु.)
 ८. रंग - गोरा, गव्हाळ (प्र.), सावळा, काळा (दु.)
 ९. उंची - उंच, मध्यम (प्र.), कमी, बुटका (दु.)
- अशा प्रकारे तुम्हांला सुचतात त्या शारीरिक वैशिष्ट्यांचे



वर्गीकरण करून प्रत्येक प्रकारात स्वतःची वर्गवारी करून नोंद करा.

२. आता तुमच्या आई-वडिलांची हीच वैशिष्ट्ये निरखून पाहा. तुम्ही जे गुण वडिलांकडून घेतले आहेत त्यासमोर 'पि' (पिता) अशी नोंद करा, आणि जे गुण आईकडून घेतले आहेत त्यासमोर 'मा' (माता) अशी नोंद करा. यांतील काही गुण तुम्ही दोघांकडून घेतले असतील किंवा एकाकडेही तो गुण नसेल, त्याप्रमाणे नोंद करा.
३. तुम्हांला भावंडे असतील तर त्यांच्याही गुणांची अशी नोंद करा. तुमच्या मित्रालाही याचप्रकारे नोंदी करायला सांगून मग तुलना करा.
४. आईवडिलांकडून काही खास गुणधर्म तुम्ही उचललेले असतील तर त्यांचीही नोंद करा. उदा. खांदे उडवणे, चालताना विशिष्ट लकब असणे, जिभेची गुंडाळी करता येणे, शरीरावर एकाच प्रकारचे डाग असणे, पायाच्या बोटांची करंगळी स्वतंत्रपणे हलवता येणे, बोटाचे मधले पेर सरळ ठेवून फक्त वरचे वाकवणे, मधल्या दोन बोटांचा फाकवून कोन करणे, अंगठा मागे वळवणे इ.



तुम्ही कसे दिसता हे तुम्हांला आईवडिलांकडून मिळालेल्या गुणसूत्रांमुळे ठरते. शरीरातील पेशींच्या मध्यभागातील केंद्रामध्ये लाखांच्या संख्येने गुणसूत्रे (जीन्स) असतात त्यामध्ये अनेक गुणधर्म सुप्त अवस्थेत असतात. त्यांतील कोणते गुण मूर्त रूप घेतील आणि प्रभावी असतील ते सर्वस्वी संभाव्यतेवर अवलंबून असते. सर्व माणसांची चेहरा, नाक, डोळे, हात, पाय वगैरे रचना सारखी असली तरी दोन माणसे एकसारखी असूच शकत नाहीत. जुळ्या भावंडांतही ठळक फरक असतोच. काही फरक अंतर्गत असतात (उदा. रक्तगट) तर काही बाह्य असतात. काही गुणसूत्रे आईकडून आणि काही वडिलांकडून घेऊन गर्भपेशींची गुणसूत्रे बनतात. त्यांतील काही प्रभावी व काही दुय्यम असतात. प्रभावी गुणसूत्रांमुळे गुणधर्म मिळतो तर दुय्यम गुणसूत्र सुप्त राहते. परंतु पुढच्या पिढीत संक्रमित होऊ शकते. वडिलांची आणि आईची गुणसूत्रे त्यांच्या आईवडिलांकडून आलेली असतात. त्यामुळे काही गुण नंतरच्या पिढ्यांमध्येही आढळू शकतात. उदा. आईवडील दोघेही गोरे असताना मूल आजीप्रमाणे काळे होऊ शकते. अशा प्रकारे स्वभाव, बुद्धी, भावना, कल इ. न दाखवता येणारी मानवी वैशिष्ट्येही पिढ्यांमध्ये संक्रमित होत जातात. एखादा मुलगा काकांसारखा रागीट होतो तर एखादी मुलगी आत्यासारखी गोड गळ्याची गायिका होते. आपल्या जवळच्या नात्यातील व्यक्तींचे आणि आपले साधर्म्य अभ्यासणे मनोरंजक आहे ना?



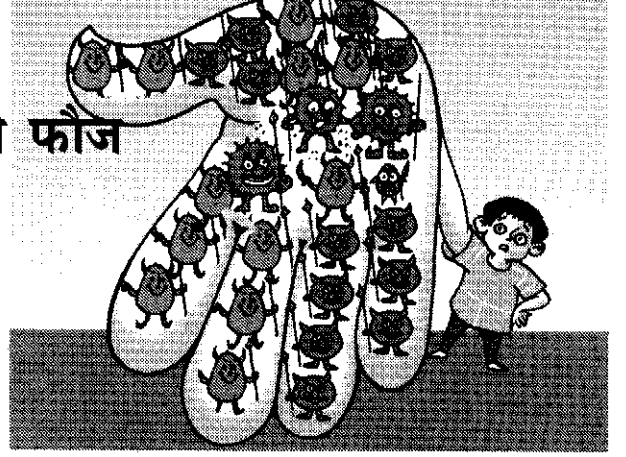
आपल्या हातांवर लपलेली जंतूंची फौज

सूक्ष्म जंतू सगळीकडे असतात. शरीरात असतात आणि आसपासच्या हवेत असतात. डोळ्यांना दिसले नाहीत तरी ते शरीरावर परिणाम करतात.

साहित्य : लहान झाकण असलेल्या काचेच्या पाच बाटल्या, पाव लिटर दूध, चिमूटभर माती, एक चमचा लिंबाचा रस, बटाटा, प्लॅस्टिक पिशव्या.

कृती :

१. बाटल्यांवर एक ते पाच आकडे लिहा आणि सर्व बाटल्यांमध्ये प्रत्येकी ५० मि.लि. दूध ओता.
२. एका बाटलीवर तसेच झाकण घाला आणि ती बाजूला ठेवा.
३. दुसऱ्या बाटलीत चिमूटभर माती टाका आणि ती बंद करून बाजूला ठेवा.
४. तिसऱ्या बाटलीत चमचाभर लिंबूरस घाला आणि झाकण घालून बंद करा.
५. चौथ्या बाटलीत काहीही न घालता तिचे झाकण उघडे ठेवून तीही बाजूला ठेवा.
६. पाचवी बाटली बंद करून फ्रीजमध्ये ठेवा.



७. चार दिवसांनी सर्व बाटल्या पाहा. प्रत्येक बाटलीतील दूध वेगळे दिसेल. बाटलीचा वास घेऊन पाहा. मात्र यातील कोणतेही दूध प्यायचे नाही. प्रयोग संपल्यावर दूध फेकून घ्या आणि सर्व बाटल्या स्वच्छ करून ठेवा.
८. जेवण्यापूर्वी, शौचानंतर आपले हात साबण लावून स्वच्छ धुणे महत्वाचे असते. हातावरती अनेक सूक्ष्मजंतू असतात. एक कच्चा बटाटा घ्या. त्याचा पातळ काप काढून एक मिनिट उकळत्या पाण्यात ठेवा. बाहेर काढून थंड करा. एका कापावर तुमची बोटे घासा. मग हात स्वच्छ धुऊन दुसऱ्या कापावर बोटे घासा. दोन्ही काप स्वतंत्र प्लॅस्टिक पिशवीत घालून तोंडे दोन्याने गच्च बांधा. चार दिवस पिशव्या तशाच ठेवा. हात न धुऊन घासलेल्या कापावर जास्त प्रमाणात काळे झालेले दिसेल.

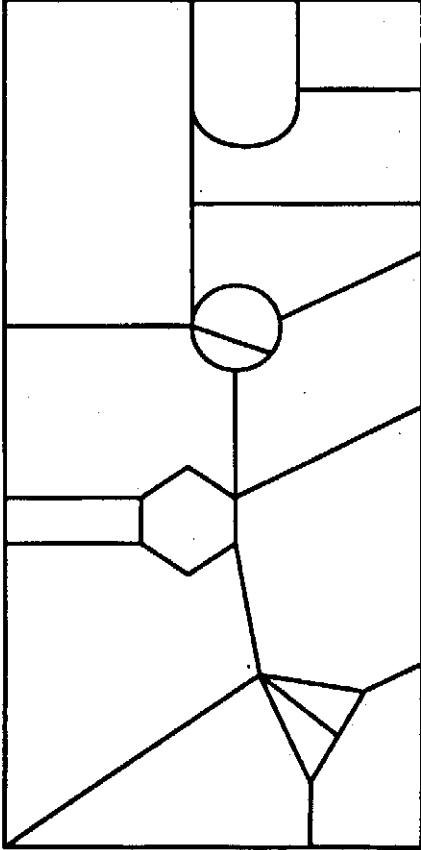
दुधाच्या एक मि.लि. इतक्या आकारमानात तब्बल ५०००च्या वर जीवाणू असतात. वरील प्रयोगात दुधातील जीवाणू सामान्य तापमानाला दुधामधील घटकावर पोसले जातात आणि त्यांच्या संख्येत वाढ होते. पहिल्या बंद बाटलीतील जीवाणू दुधातील घन आणि द्रव पदार्थ वेगळे करतात. वर जाड सायीसारखे दूध तर खाली पांढरट पाणी दिसते. माती घातलेल्या बाटलीत ही क्रिया लवकर होते; कारण मातीत अनेक प्रकारचे जीवाणू असतात त्यांचीही वाढ दुधामध्ये होते. दुधातील घनपदार्थ लालसर होतात आणि त्यांना दुर्गंधी येते. लिंबूरस घातलेले दूध घन आणि द्रवरूपात लगेच वेगळे होते पण त्याला दुर्गंधी येत नाही. तोंड उघडे ठेवलेल्या बाटलीत हीच क्रिया सावकाश होते. त्यामध्ये हवेतील जीवाणू शिरतात पण बाटली उघडी असल्याने हवा खेळती राहते आणि दुधाचे तापमान कमी होऊन जीवाणूंची वाढ बंद बाटलीपेक्षा कमी होते. फ्रीजमधील बाटलीतील दूध तसेच राहते. थंड तापमानाला जीवाणूंची वाढ अगदी सावकाश होते. अतिथंड तापमानाला ते सुप्त अवस्थेत अनेक दिवस राहू शकतात. फ्रीजमधील थंड कप्यात दूध अनेक दिवस तसेच राहू शकते.

गोवराची किंवा विषमज्वराची साथ आल्यावर डॉक्टर आपल्याला इंजेक्शन देतात. त्यामध्ये त्या रोगाचे अतिशय दुबळे असे जंतू असतात. शरीरात शिरल्यावर रोग-प्रतिकार करणाऱ्या पेशी या जंतूंना ओळखतात आणि त्यांच्याविरुद्ध लढण्यासाठी पेशींची फौज निर्माण करतात. दुबळे असल्यामुळे त्या जंतूंचा सहज पाडाव होतो. आपल्याला अत्यंत कमी प्रमाणात त्या रोगाची बाधा होऊन गेली हे आपल्याला समजत नाही. या पेशींना 'अँटिबॉडीज' म्हणतात. जेव्हा साथीच्या रोगाचे जंतू प्रत्यक्ष शरीरात शिरतात तेव्हा ही तयार फौज जंतूंचा नाश करते.

सूक्ष्म जंतू किंवा जीवाणू (बॅक्टेरिया) हे अत्यंत लहान आकाराचे सजीव आहेत. डोळ्यांना ते दिसत नाहीत. त्यांतील काही शरीराला घातक ठरतात, तर काही उपकारक असतात. सर्दी झाल्यावर शिंकताना हात समोर धरला तर त्यावर लक्षावधी जीवाणू पडतात. दुसऱ्या व्यक्तीला तो हात लागला की स्पर्शामुळे संसर्ग होतो आणि त्या व्यक्तीला सर्दी होऊ शकते. अनेकांनी हाताळलेल्या वस्तूंना स्पर्श केला तर जीवाणूंचा संसर्ग होऊ शकतो. उदा. नोटा, नाणी, दाराच्या कड्या इ.

नैसर्गिक महासंगणक

मेंदूमध्ये सतत रासायनिक तसेच विद्युत्संदेश येत असतात. त्यांचा अर्थ लावून मेंदू प्रतिक्रिया संदेश पाठवतो आणि विचार, संवेदना, हालचाल इ. घडते. मानवी मेंदू हा जणू एक नैसर्गिक संगणक आहे.



साहित्य : कोडे लिहिलेला कागद (आकृती पाहा), तीन रंगांच्या पेन्सिली.

कृती :

आकृतीत दिलेले वेगवेगळे भूमितीचे आकार रंगवायचे आहेत. प्रत्येक भाग वेगळ्या पेन्सिलीने रंगवताना दोन सारख्या रंगांचे तुकडे एकमेकांजवळ येता कामा नये. उदा. दोन लाल रंगाच्या आकृत्यांनी एकमेकांना स्पर्श करू नये.

विसाव्या शतकातील महान संशोधक डॉ. अल्बर्ट आइनस्टाइन यांचा मेंदू मृत्यूनंतर खास अभ्यासासाठी काढून घेण्यात आला. कॅन्सास शहरातील एका प्रसिद्ध प्रयोगशाळेत एका विशिष्ट द्रवात घालून साठवण्यात आला. त्याचे अनेक पातळ पापुद्रे काढून जगभरातील प्रयोगशाळांत अभ्यासासाठी पाठवण्यात आले आणि कसून अभ्यास केला; पण फारसे काही हाती लागले नाही. खास प्रकारची बुद्धिमत्ता असलेल्या या मेंदूच्या आणि सामान्य माणसाच्या मेंदूच्या पेशीरचनेत काहीच फरक आढळला नाही. बुद्धिमत्ता, विचाराची सखोलता ही मेंदूच्या रचनेवर अवलंबून नसते असा निष्कर्ष यातून निघतो.

मेंदू हा अवयव सुरकुत्या पडलेल्या तपकिरी रंगाच्या मोठ्या अक्रोडासारखा दिसतो. त्यामध्ये १५ ते १०० अब्ज मज्जापेशी असतात. शरीरातील इतर अवयवांपेक्षा तो बराच जड आहे. हा एक अत्युत्तम कोटीचा महासंगणक आहे. दर सेकंदाला शरीरातील विविध भागांतून १० कोटी संदेश मेंदूपर्यंत पोचतात. त्यांचे विश्लेषण करून प्रतिक्रिया म्हणून मेंदूकडून संदेश दिला जातो. उदा., पायाला खाज आली की तसा संदेश मेंदूला तत्काळ पोचतो. मेंदू या संदेशाचे वर्गीकरण करतो, अर्थ लावतो, त्यावर उपाय शोधतो आणि अवयवांना आज्ञा देणारा संदेश पाठवतो. कमरेच्या स्नायूंना वाकण्यासाठी, डोळ्यांना ती जागा हातांना दाखवण्यासाठी, हाताला त्या जागी पोचण्यासाठी, बोटांना ती जागा खाजवण्यासाठी... इ.

मानवी मेंदूसारखा संगणक तयार करणे ही महत्त्वाकांक्षा डोळ्यांपुढे ठेवून संशोधक अहोरात्र झटत आहेत. पण अजून त्या कल्पनेच्या जवळपासही पोचणे शक्य झालेले नाही. संगणकाला भावना नसतात. संगणक विचार करू शकत नाही. माणूस विचार करतो आणि संगणकाच्या प्रणाली बनवतो. त्या अमलात आणणे इतकेच संगणक करतो. दोन आकड्यांचा गुणाकार करायची प्रणाली बनवली आणि संगणकात घालून वापरायला सांगितली तर लाखो, कोटी गुणाकार संगणक क्षणामध्ये अचूक करू शकेल. मानवी मेंदूला ते शक्य नाही. पण स्वतंत्रपणे मेंदू एखादी कृती करू शकतो. हजारो पर्यायांपैकी एक निवडताना विचार करतो, या कृतीच्या जवळपासही संगणक पोहोचलेला नाही.

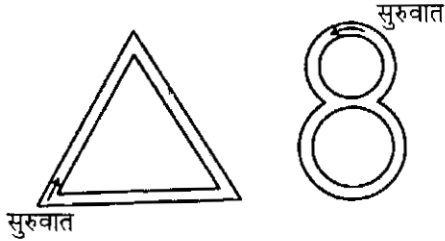
मेंदूलाही व्यायाम लागतो?

शरीराच्या स्नायूंना जशी व्यायामाची गरज असते तशी मेंदूलाही असते. तुम्ही जितका मेंदू वापराल तितके तो जलद आणि चांगले काम करू शकतो. या प्रयोगानंतर हे तुमच्या लक्षात येईलच.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, आरसा, पुस्तक, सेकंद मोजणारे घड्याळ, पट्टी.

कृती :

१. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे कागदावर दुहेरी रेषांचा एक त्रिकोण आणि इंग्रजी आठ हे अक्षर काढून घ्या.



- खुर्चीत बसून टेबलवर तो कागद पसरा. समोर आरसा उभा ठेवा. आरशाच्या मागे तारेचा आधार नसेल तर डबा अथवा जाड पुस्तक आधार म्हणून वापरा. तुम्हांला समोर पाहिले तर आरशात दोन्ही आकृती स्पष्ट दिसतील.
- त्रिकोणाच्या एका कोपऱ्यात बाणाच्या जागी पेन्सिलीचे टोक टेकवा आणि आरशात पाहून त्रिकोणाच्या कडेवरील पट्टीतून पेन्सिल फिरवा. हे करताना प्रत्यक्ष कागद न पाहता त्रिकोणाचे प्रतिबिंब पाहायचे आहे. त्रिकोण प्रत्यक्ष दिसू नये म्हणून एखादे पुस्तक मध्ये उभे धरा. पेन्सिल फिरवताना रेषेबाहेर गेली तर उचलून पुन्हा आत शेवटच्या बिंदूवर ठेवा आणि पुढे सुरुवात करा. पेन्सिल कागदावर टेकवली की घड्याळात वेळ मोजा आणि त्रिकोण पूर्ण झाला की नोंद करा.
- हीच कृती दहा वेळा करा. सरावाने वेळ कमी होतो. इतर मुलांशी तुमच्या वेळेची तुलना करून पाहा. काही मुले असे करणे पटकन शिकतील तर काहींना वेळ लागेल.
- हाच प्रयोग दुसऱ्या, इंग्रजी आठ या आकृतीवर करा.

कधीकधी आधी शिकलेले असणे हा नवे शिकण्यासाठी अडथळा उत्पन्न करू शकते. मेंदूला एका मार्गाने जायची इतकी सवय झालेली असते की नवा मार्ग चटकन स्वीकारणे कठीण जाते. कारण या वेळी आधीचे विद्युत्मंडल पुसून



टाकून नवे स्वीकारावे लागते. हे वाटते तितके सोपे जात नाही. वरील प्रयोगात आकृती 'पाहून' काढणे याची इतकी सवय झालेली असते की प्रतिमा पाहून काढताना हाताला दिले जाणारे संदेश नव्या पद्धतीने द्यावे लागतात. सरावाने नवा मार्ग सवयीचा होतो, वेळ कमी लागतो आणि अचूकता वाढते.

एखादा प्रश्न मनामध्ये उभा राहिला की उत्तर शोधण्यासाठी आपण विचार करत राहतो. कित्येक वेळा दुसऱ्या कोणत्यातरी कामात मन गुंतले असताना पटकन त्या प्रश्नाचे उत्तर सुचते. मेंदू आपल्याला जाणीव नसताना अनेकदा चांगले काम करू शकतो.

शिकणे म्हणजे अनुभव घेणे, सराव करणे यांच्या साहाय्याने आपल्याला ठाऊक नसलेले येणे किंवा येत असलेले बदलणे होय. एखादी कृती सतत करत राहिली की सहजपणे येत जाते आणि मग ती आणखी सोपी करण्याचा मार्ग मेंदू विचार करून शोधतो. गणिते सोडवताना एका समीकरणावर आधारित जितकी सोडवत जाऊ तितकी ती सुलभपणे सुटत जातात. मेंदूमध्ये मज्जापेशींनी बनलेली गुंतागुंतीची असंख्य विद्युत्मंडले असतात. संशोधनात असे आढळले आहे की, नवे काम करताना प्रथम मेंदूतील मंडल पूर्ण होते आणि आपण काम पूर्ण करण्यात यशस्वी होतो. पुनःपुन्हा तेच काम केले की मेंदूला ते काम पटकन आणि सोप्या रितीने करण्याचे मार्ग सुचत जातात. ही मंडले जणू प्रथम वाट शोधत मुक्काम गाठतात आणि पुढील वेळी झटपट पोचण्याचा मार्ग शोधतात; त्यामुळे इच्छित स्थळी लवकर व न दमता पोचता येते.

तुम्ही विसरभोळे आहात का?



‘विसरणे’ हा प्रत्येकाला येणारा अनुभव आहे. काही युक्त्या शिकवून मेंदू वापरला तर अनेक गोष्टी आठवणे सोपे जाते.

कृती :

१. एक ते दहा आकडे आणि त्या आकड्यांशी संबंध असलेल्या रोजच्या व्यवहारातील वस्तू खाली दिल्या आहेत. शेटचे शब्द यमकात असल्याने अंक आणि शब्द चार वेळा वाचले, म्हटले तर जोडीने स्मृतीमध्ये राहतील. उलट, सुलट, मधूनच कसेही आठवले तरी आकडा आणि संबंधित वस्तू चटकन आठवेल.
२. तुम्हांला सलग काही गोष्टी लक्षात ठेवायच्या आहेत. उदा. बाजारात जाऊन आठ-दहा वस्तू आणणे, शाळेत हस्तव्यवसायाच्या वा चित्रकलेच्या तासासाठी घरून साहित्य नेणे, सूत्रे, समीकरणे लक्षात ठेवायची आहेत. उदा. गंगेच्या उपनद्या, मोगल सम्राटांची पाठोपाठ नावे, राज्यातील विशिष्ट पिके, मूलभूत हक्कांची यादी, बीजगणितात अवयव पाडायचे प्रकार इ.
लक्षात ठेवायच्या वस्तूंची यादी या एकेक आकड्याशी निगडित करा. एकदोन वेळा मनात घोळवा. आकडा आठवला की चित्र आठवते तसे वस्तूही आठवते. उदा. पेन्सिल, रबर, कंपास, रंगपेटी, ब्रश, कागद, रंग तयार करण्यासाठी साच्यांची ताटली पाणी इ. चित्रकलेचे साहित्य आहे. एक या आकड्याशी कागद, दोन पेन्सिल, तीन कंपास असे मनातच जोडून घ्या. रंगपेटी -सात, ताटलीचे सहा खळगे असा संबंध जोडता आला तर फारच छान. संबंध वेडावाकडा असेल तर आणखी चांगले. कारण मेंदूला फुटकळ गोष्टी पटकन आठवतात. चित्रकलेचा तास असेल त्या दिवशी दप्तर भरताना आकडे आठवले की जोडलेल्या वस्तू आठवतील आणि ‘हे आणले नाही’ म्हणून गुरुजींकडून शिक्षा किंवा मित्रांकडे मागावे लागणार नाही.
३. पंधरावीस सेकंदांत आकडा, सोबतचे शब्द, चित्र आणि तुम्ही संलग्न केलेली वस्तू हे आठवत जाईल. वस्तू कमी असतील तर तेवढेच आकडे वापरा. जास्त असतील तर एकेका आकड्याला दोन वस्तू संलग्न करा. ही युक्ती सतत वापरत राहिले तर तुमची स्मरणशक्ती वाढल्याचा तुम्हांला अनुभव येईल.

मानवी मेंदूची जडणघडण दहा हजार वर्षांपूर्वी होती तशीच आहे. पण स्मरण ठेवायच्या वस्तूंची आणि शब्दांची संख्या अफाट वाढलेली आहे. स्मृतीचे दोन भाग असतात- तात्पुरती स्मृती आणि कायम स्मृती. पहिला प्रकार हा त्या प्रसंगापुरता वापरून मग विसरले तरी चालेल अशा कृतींसाठी असतो. उदा., वहीतील आकडा पाहून फोन फिरवायचा असेल तर फोन फिरवण्यात आकडा लक्षात राहिला तरी चालू शकते. कायम स्मृतीमध्ये मात्र माहिती कायमची राहते. उदा. अनेकदा फोन केल्यामुळे मित्राच्या फोनचा आकडा कायमचा लक्षात राहतो. अनेकदा कायम स्मृतीतील माहिती जन्मभर लक्षात राहते. काही वेळा जर ती वापरली गेली नाही तर विसर पडतो, पण अंधूकशी आठवते. एखादा संबंध मिळाला तर ती माहिती पूर्ण आठवते. उदा. लहानपणच्या मित्राचा चेहरा ओळखीचा वाटतो. त्याने एखादी आठवण सांगितली की बाकीचे भराभरा आठवत जाते. आवडत्या गाण्याचे शब्द, चाल याबद्दल असेच होते. अनेकदा स्मृतीमध्ये समान गोष्टींचा इतका भरणा होतो की ऐनवेळी नेमकी गोष्टच आठवत नाही.

आठवणे ही कृती तीन गोष्टींशी संबंधित आहे. १. एखादी संवेदना माहितीच्या स्वरूपात मेंदूने स्वीकारणे. २. तिचे स्मृतिकोशात जतन करणे. ३. हवी असेल तेव्हा स्मृतीतून काढून वापरणे. स्मृतीमधील माहिती रोजच्या वापरातील गोष्टींशी संलग्न केली तर ती सहजपणे आठवते, असे या शास्त्रातील संशोधनाने सिद्ध झालेले एक सूत्र आहे. मेंदूच्या कार्यपद्धतीचा अभ्यास करून असे आढळले आहे की, मेंदूला गटांनी, शब्दोच्चाराने साम्य असलेल्या, एकमेकांशी दृश्यात्मक संबंध असलेल्या गोष्टी आठवणे सोपे जाते.

उदा., कात्री कपाटात कागदांखाली ठेवली आहे. क या शब्दामुळे कात्री-कपाट- कागद हा संबंध आठवतो आणि अनेक दिवसांनीही कात्री कुठे ठेवली आहे ते आठवते. ‘टेबलाच्या खणात लाकडी डब्यात’ तितक्या सहजपणे आठवत नाही. या अक्षरांच्या नात्यांना इंग्रजीत ‘निमोनिकस’ असे म्हणतात.

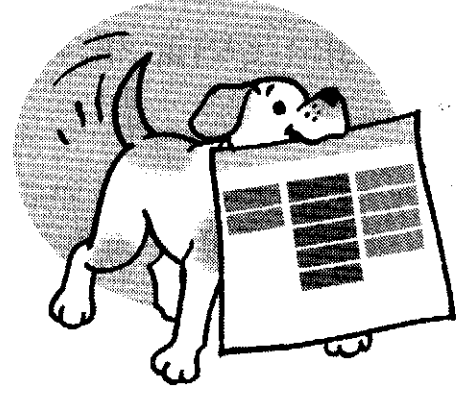
एक सप्तरंगी दिवस

प्रत्येक जण आपला दिवस वेगळ्या पद्धतीने घालवतो. काही बाबी झोप, जेवण, अंधोळ इ. समान असतात. आपण दिवस कसा घालवतो याची पाहणी करणे गमतीचे असते.

साहित्य : कागदाचे ताव, पेन्सिल, पट्टी, रंगीत खडू, गोंद.

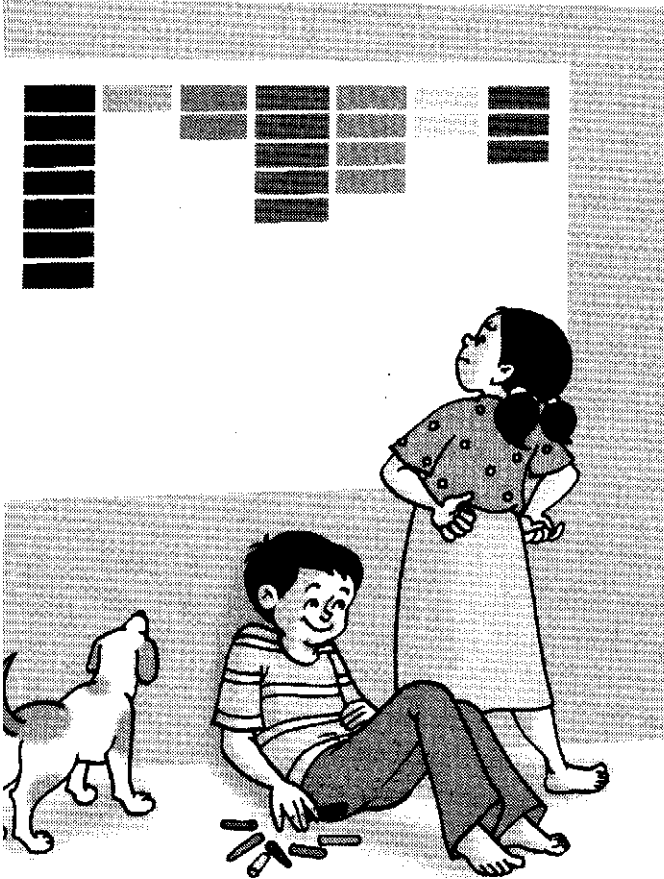
कृती :

१. आखीव ताव घेऊन त्याचे चार उभे तुकडे करा. एक तुकडा रेषांवर कापून चौवीस आडव्या पट्ट्या तयार करा. यातील एक पट्टी एक तास दाखवते.
२. प्रत्येक रंगाशी दिवसातील एक कृती जोडा आणि या पट्ट्या रंगीत खडूने रंगवा.
उदा. झोप - काळा, खाणे - हिरवा, शाळा - निळा, खेळ - लाल, गृहपाठ - पिवळा, टीव्ही पाहणे - केशरी, मित्रांशी गप्पा - गुलाबी, छंद - जांभळा, काहीच न करणे - पांढरा इ.
३. यांतील प्रत्येक कामासाठी आपण दिवसातील किती



वेळ खर्च करतो त्याप्रमाणे पट्ट्या रंगवा. तावाच्या तुकड्यावर तारीख आणि वार घालून एकाखाली एक क्रमाने चिकटवा.

४. आठ तास झोप. यासाठी आठ पट्ट्या काळ्या करा. सकाळी एक तास तोंड धुणे, नाश्ता, एक तास गृहपाठ असेल तर पहिली पट्टी हिरवी, दुसरी पिवळी तर शेवटच्या आठ काळ्या येतील. एका वेळी दोन कृत्ये केली तर एकाच पट्टीवर दोन रंग द्या. उदा. टी.व्ही. पाहताना जेवण केले तर पट्टी अर्धी हिरवी, अर्धी केशरी रंगवा.
५. आपण चौवीस तास कसे घालवतो हे पाहणे तुम्हांला नक्कीच गमतीचे वाटेल. तुम्हांला दिवस कसा 'घालवावा' असे वाटते त्याप्रमाणे रंगवा आणि तो कागद तुम्ही प्रत्यक्ष कसा दिवस घालवता या कागदाशेजारी ठेवून तुलना करा. त्याप्रमाणे बदल करता येतात का पाहा.
६. आठवड्याचे सलग तीन दिवस रंगवा. सणाचा, सुटीचा रविवारचा दिवस रंगवा. परीक्षा जवळ आल्यावरचा दिवस रंगवा आणि तुलना करा. तुमच्या मित्राचाही दिवस रंगवायला सांगून तो कागद पाहा.
७. तुम्ही कुत्रा वा मांजर पाळले असेल तर त्यांचे निरीक्षण करून त्यांचा दिवस रंगवा. तुमच्या आणि त्यांच्या कागदाची तुलना करा.



मानवेतर प्राणी गरजेप्रमाणे कृती करत राहतात. त्यांची राहणी नैसर्गिक असते. विचार न करता जगणे, जगात टिकून राहणे हा एकच हेतू त्यांच्यासमोर असतो. भूक लागल्यावर खाणे, झोपणे व इतर काही शारीरिक क्रिया समान असल्या तरी मानव तेवढ्यावर थांबत नाही. वैचारिक आनंदासाठी मानवाने अनेक पर्याय शोधले आहेत. आपण दिवस कसा घालवतो हे आपल्या वैयक्तिक आवडींवर, शारीरिक गरजांवर आणि सामाजिक जबाबदाऱ्यांवर (शाळेत जाणे, नोकरी करणे) विभागलेले असते.

आपल्या ज्ञानेंद्रियांचे काम चालते कसे?

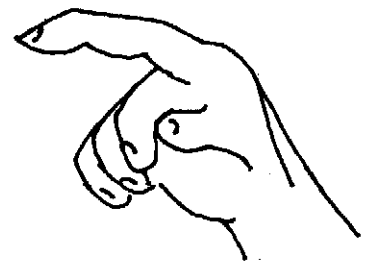
माणसाच्या पाच प्रमुख संवेदना असतात. दिसणे, ऐकणे, स्पर्श, वास आणि चव. डोळे, कान, त्वचा, नाक आणि जीभ या अवयवांमुळे क्रमाने या संवेदना आपल्याला कळतात. आपल्या सभोवतीच्या विश्वाचे आकलन या संवेदनांमुळे होते. म्हणून वरील इंद्रियांना ज्ञानेंद्रिये असे म्हणतात. आगीमुळे भाजते आणि चाकूमुळे कापते हे आपल्याला संवेदनांमुळेच कळते. एकदा कळले की मेंदूमध्ये त्याची कायमची नोंद होते. काही प्राणी एक किंवा दोनच संवेदनांचा प्रामुख्याने वापर करतात. उदा., मासे त्वचेच्या साहाय्याने स्पर्श ही संवेदना जास्त वापरतात आणि भोवतीच्या पाण्यातील विश्वाचा वेध घेतात. पक्ष्यांची दृष्टी तीक्ष्ण असते तर अस्वलाचे नाक कोणताही वास लांब अंतरावरून ओळखू शकते. माणसाची पाचही ज्ञानेंद्रिये विकसित झालेली आहेत आणि ती सतत वापरली जातात. ती स्वतंत्रपणे आणि एकमेकांना साहाय्य करत ज्ञानग्रहण करतात.

या विभागात ज्या कृती दिलेल्या आहेत त्या सर्व आपली पाच ज्ञानेंद्रिये आणि त्यांच्यामार्फत होणारे संवेदनाग्रहण यांच्याशी संबंधित आहेत. स्वतंत्र आणि एकमेकांना पूरक अशाही कृती आहेत.

मानव या विषयावरील तीनही विभाग एकत्रितपणे आपल्याला माणसाच्या विज्ञानाचे मूलभूत स्वरूपाचे प्राथमिक ज्ञान देतात.

ज्ञानेंद्रिये विशिष्ट पेशींचा उपयोग करतात त्यांना 'मज्जापेशी' म्हणतात. एकमेकांना जोडून त्यांचे मज्जातंतू बनतात. मज्जातंतूच्या ग्रहण करणाऱ्या टोकाला खास चेतापेशी अथवा चेतबिंदू (रिसेप्टर) असतात. संवेदनेमुळे त्यांना उत्तेजन मिळते. काही वेळा हे उत्तेजन प्रत्यक्ष हालचालीने मिळते (उदा. स्पर्श, आवाजाची कंपने) तर काही वेळा रसायनामुळे (चव, वास, रंग इ.) मिळते. मिळालेल्या संवेदनेचे या मज्जापेशी विद्युत्संदेशात रूपांतर करतात, मेंदूकडे पोचवतात. तिथे या संदेशाचे ग्रहण, विश्लेषण होते आणि योग्य अशी प्रतिक्रिया दिली जाते. या सर्व अवयवांना वहन करणाऱ्या आणि आकलन करणाऱ्या मेंदूसहित यंत्रणेला 'मज्जासंस्था' असे म्हणतात.

कोणताही प्राणी- त्यात मानवही आला- या विश्वाचे आकलन आपल्या ज्ञानेंद्रियांमार्फतच करून घेऊ शकतो. मेंदू आपल्याला ज्या संवेदना अनुभवू देतो तेवढ्याच आपण घेऊ शकतो.



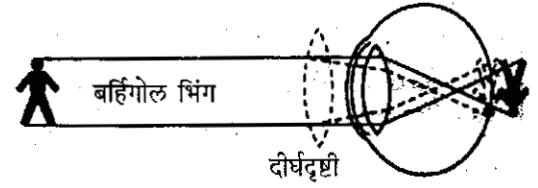
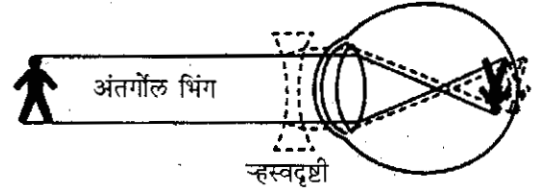
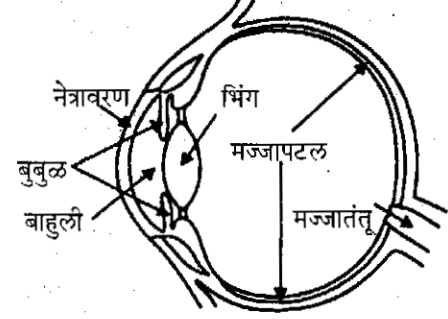
आपल्या डोळ्याचे बनवू या मॉडेल!

स्पर्श, चव, वास या संवेदनांसाठी वस्तू जवळ असावी लागते. या संवेदनांचे ग्रहण होण्यापूर्वी डोळ्यांनी वस्तू पाहिली जाते. जवळच्या आणि लांबच्या दोन्ही वस्तू डोळे पाहू शकतात. डोळ्याची प्रतिकृती बनवून त्याचे कार्य बघू या.

साहित्य : काचेचे गोल भांडे, काळा कागद, पांढरा कागद, पाणी, कात्री, दिवा.

कृती :

१. काळ्या कागदावर मध्यभागी एक भोक पाडा. ते डोळ्याच्या बाहुलीचे काम करील.
२. भांडे पाण्याने भरा.
३. वाडग्याच्या एका बाजूला काळा कागद धरा आणि दुसऱ्या बाजूला पांढरा कागद धरा. पांढरा कागद डोळ्याच्या पडद्याचे काम करील.
४. काळ्या कागदासमोर दिवा पेटवून ठेवा.
५. खोलीची खिडक्या-दारे बंद करून काळोख करा. आता पांढरा कागद पुढेमागे हलवून दिव्याची प्रतिमा स्पष्ट दिसेल अशा जागी स्थिर ठेवा.



आपल्या डोळ्यातील बुबुळाच्या मध्यभागी जे गोल छिद्र असते त्यातून प्रकाशकिरण आत शिरतात. ही डोळ्याची बाहुली प्रखर उजेडात लहान होते, तर अंधुक उजेडात मोठी होते आणि योग्य तितका प्रकाश आत जाऊ देते. डोळ्यावरील पातळ पारदर्शक आवरण बाहुलीचे संरक्षण करते. बाहुलीच्या लगत डोळ्याचे भिंग असते. या भिंगामुळे समोरच्या वस्तूची प्रतिमा पडते. या भिंगाच्या दोन्ही कडांना स्नायू असतात. स्नायू ताणले अथवा सैल झाले की भिंगाचे केंद्रांतर बदलते. वस्तूची प्रतिमा डोळ्याच्या पडद्यावर पडावी म्हणून हे केंद्रांतर वस्तूवर दृष्टी पडताच आपोआप योग्य असे बदलते. डोळ्याच्या पोकळीच्या मागील बाजूला डोळ्याचा पडदा असतो त्यावर सूक्ष्म नळीच्या आणि शंकूच्या आकाराच्या चेंतापेशी असतात. सर्व चेंतापेशींचे तंतू एकत्र होऊन डोळ्याचा प्रमुख मज्जातंतू बनतो आणि त्यातून मेंदूपर्यंत संवेदना पोचते. मेंदूला वस्तूचा आकार, अंतर, रंग, माहिती, स्वरूप याबद्दल माहिती मिळते. प्रत्यक्ष प्रतिमा वर दाखवलेल्या पडद्याप्रमाणे उलट आणि द्येन मितित असते. पण ती सुलट करून तिचे विश्लेषण तीन मितित करायची मेंदूची क्षमता असते, आणि त्याप्रमाणे मेंदू अर्थ लावतो. उदा., दोन माणसे दहा व वीस फुटांवर उभी आहेत तर एकाची मोठी तर दुसऱ्याची लहान प्रतिमा पडेल, पण अंतर, आकार याचा योग्य अर्थ मेंदू लावतो. सर्वसामान्य डोळ्यामध्ये वस्तूची प्रतिमा नेमकी मज्जापटलावर पडते. न्हस्वदृष्टी (मायोपिया) असलेल्या व्यक्तींना जवळचे स्पष्ट दिसते, पण लांबच्या वस्तूची प्रतिमा मज्जापटलाच्या पुढे पडते. डोळ्यांसमोर योग्य केंद्रांतराचे अंतर्गोल भिंग लावून प्रतिमा पडद्यावर आणली जाते. दीर्घदृष्टी असलेल्या डोळ्यांना जवळचे दिसत नाही, पण दूरचे स्पष्ट दिसते. जवळच्या वस्तूची प्रतिमा पडद्याच्या किंचित मागे पडते. योग्य केंद्रांतराचे बहिर्गोल भिंग समोर चष्म्याच्या साहाय्याने लावून हा दृष्टिदोष सुधारता येतो.

एकापेक्षा भले दोन

एकाऐवजी दोन डोळे असल्यामुळे आपण अधिक चांगले पाहू शकतो. डोळे एकमेकांशी सहयोग कसा करतात पाहू या.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, चेंडू, पट्टी.

कृती :

१. कागद टोकापासून गुंडाळत त्याची सुरळी बनवा आणि ती उजव्या डोळ्यासमोर धरून त्यातून पाहा. सुरळीला बाजूने स्पर्श करील असा डाव्या हाताचा पंजा डाव्या डोळ्यासमोर धरा. दोन डोळ्यांतून भिन्न संवेदना मेंदूत पोचेल आणि हाताच्या पंजामध्ये भोक असल्याचे दिसेल.
२. एका कागदावर पेन्सिलीने टिंब काढा. हा कागद तुमच्या डोळ्यांपासून ८० सें.मी. अंतरावर टेबलवर ठेवा. एका हाताने एक डोळा झाका आणि दुसऱ्या डोळ्याने पाहत हात लांब करून त्या टिंबाला पेन्सिलीच्या टोकाने स्पर्श करा, आपल्याला ते कठीण जाते. अंतराचा अंदाज घेताना दोन्ही डोळ्यांचा उपयोग केला जातो. एका डोळ्याने ते कठीण जाते.
३. तुमच्या जोडीदारासमोर आठ मीटर अंतरावर उभे राहा. त्याने फेकलेला चेंडू दोन्ही डोळे उघडे ठेवून एका हाताने झेला. दहापैकी किती वेळा तुम्ही झेलता त्याची नोंद करा. आता एक डोळा बंद करून हीच कृती करून पाहा. या दोन आकड्यांत फरक पडेल.

२०/२० हे दृष्टी मोजायचे एकक आहे. सूर्यप्रकाशात २० फुटांवरचे ठरावीक आकाराचे शब्द वाचता येतात आणि ही दृष्टी सर्वसामान्य समजली जाते, निरोगी डोळे असल्याचे दर्शवते.

पापण्यांची उघडझाप होणे ही एक आपोआप घडणारी कृती आहे. मिनिटाला साधारण वीस वेळा पापण्यांची उघडझाप होते. दिवसाला कित्येक हजार वेळा डोळे मिटतात आणि उघडतात. प्रत्यक्षात डोळे स्वच्छ आणि ओलसर ठेवण्यासाठी मिनिटाला चार हा वेग पुरेसा असतो.

डोळे अनेक प्रकारे कार्य करतात. मिनिटाला हजारो संवेदना ग्रहण करून मेंदूकडे पाठवतात. प्रकाश पुरेसा यावा म्हणून डोळ्याची बाहुली आपोआप लहानमोठी होते. प्रतिमा मज्जापटलावर पडायी म्हणून डोळ्याच्या भिंगाचे केंद्रांतर कमीजास्त होते. डोळे ओलसर, स्वच्छ राहावेत, जंतुसंसर्ग झाला तर त्याचे निराकरण व्हावे म्हणून डोळ्यात स्वतंत्र यंत्रणा असते. अगदी ४८ कि.मी. अंतरावरील मेणबत्तीची ज्योत डोळे पाहू शकतात. डोळ्याचा मधला भाग वाचनासाठी वापरला जात असताना कडेच्या भागातून दारात येणारी व्यक्ती मान न वळवता आपण पाहू शकतो. दोन डोळ्यांमुळे डोळ्याची कार्यक्षमता दुप्पट होते. दोन डोळे स्वतंत्रपणे पाहतात त्यामुळे समोरच्या वस्तूशी होणाऱ्या कोनात थोडा फरक पडतो. या फरकामुळे मेंदू वस्तूचे अंतर, आकार, मिती यांचे विश्लेषण योग्य रीत्या करू शकतो. एका डोळ्याने पाहिले तर अंतरे आणि मिती यांची योग्य प्रकारे नोंद होत नाही.



रंगीबेरंगी फसगत

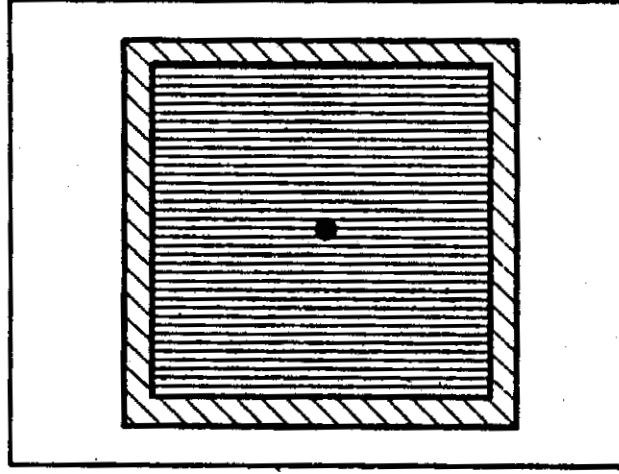
डोळ्यांना भोवतालच्या वस्तू पाहताना सर्व प्रकारचे रंग दिसतात. आपल्याला डोळ्यांच्या एका हालचालीने रंग बदललेले या प्रयोगात पाहू या.

साहित्य : कागद, रंगीत खडू अथवा पेन्सिली, पट्टी.

कृती :

१. पट्टी-पेन्सिल वापरून कागदावर एक चौकोन काढा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे त्याला कडा काढा.

२. पिवळ्याधमक रंगाने कडा रंगवा. मधे गडद हिरवा रंग द्या आणि मध्यभागी एक काळा ठिपका रंगवा.
३. एक मिनिट हा कागद डोळ्यांसमोर धरून त्याकडे एकटक पाहा. आजूबाजूला स्वच्छ उजेड हवा. बाजूला एक पांढरा कागद ठेवा. प्रखर उजेडात पापणी न मिटता झटकन दृष्टी या पांढऱ्या कागदाकडे न्या. तुम्हांला वेगळा रंग दिसेल.
४. आणखी काही आकार आणि रंग वापरून हीच कृती करा.



डोळ्यांच्या मज्जापटलावर नळ्या आणि शंकूच्या आकाराच्या ज्या चेतापेशी असतात त्यांमध्ये थोडा फरक असतो. शंकूच्या आकाराच्या पेशी (कोन) पटलाच्या मध्यभागी जास्त संख्येने असतात आणि त्या वस्तूबद्दल बारीक तपशील टिपतात. नळीच्या आकाराच्या (रॉड) चेतापेशी तपशील टिपण्यात कमी पडल्या तरी रात्री शंकुपेशीपेक्षा अधिक चांगले काम करतात. रात्री आकाशात एखादा लुकलुकणारा अंधूक तारा समोर दृष्टी ठेवून पाहा आणि मग डोळ्यांच्या कोपऱ्यातून पाहा. तो अधिक स्पष्ट आणि चमचमता दिसेल.

शंकूच्या आकाराच्या चेतापेशी रंगाची संवेदना ग्रहण करतात. डोळे फक्त लाल, निळा आणि हिरवा हे तीनच रंग प्रत्यक्ष पाहतात. या रंगांच्या कमीअधिक संवेदनांचे एकत्रीकरण करून मेंदू अनेक रंग पाहू शकतो. काही व्यक्तींना यांपैकी एक, दोन वा तीनही रंग दिसत नाहीत त्यांना 'रंगांधळे' म्हटले जाते. विशेषतः लाल आणि हिरव्या रंगांतील फरक न समजणाऱ्या व्यक्तींना रस्त्यावरील 'थांबा-जा' हे इशारे कळत नाहीत. पण ते पूर्ण रंगांधळे नसतात. त्यांना निळा व पिवळा रंग दिसू शकतो. जेव्हा आपल्या शंकुपेशींना उत्तेजना मिळत नाही तेव्हा वस्तूचा रंग काळा दिसतो.

शंकुपेशींना काही काळ सतत वापरले तर त्या दमतात आणि पुढे त्याच रंगाची संवेदना नीट ग्रहण करू शकत नाहीत. त्यामुळे प्रतिमेच्या रंगात फरक पडतो. वरील प्रयोगात टिंबाकडे एकटक पाहिले की हिरव्या आणि पिवळ्या रंगाची संवेदना ग्रहण करणाऱ्या चेतापेशी दमतात. झटकन पांढऱ्या रंगाच्या कागदाकडे पाहिले तर त्यावरून येणारे सप्तरंग एकत्रित होताना (पांढरा प्रकाश सात रंगांनी बनलेला असतो) हिरवा व पिवळा रंग ग्रहण केला जात नाही. पांढऱ्यातून हिरवा रंग वजा झाला तर उरलेला लाल म्हणून मेंदूत नोंदला जातो. तसेच पिवळ्या रंगाच्या अभावामुळे कागदाचा रंग निळा दिसतो. कागदावर लाल चौकोन, निळ्या कडा असे भासमय रंग दिसतात.

आवाजांची अनोखी दुनिया -



ऐकू येणे या गोष्टीमुळे माणसाचा झालेला सर्वात मोठा फायदा म्हणजे बोलता येणे. पण कानांच्या साहाय्याने आपण नक्की कसे ऐकतो?

साहित्य : घोटीव कागद, प्लॅस्टिकचा कंगवा, छोटा रेडिओ.

कृती :

1. घोटीव कागद दुमडून त्यामध्ये फणी घाला. फणीचे दात कागदाच्या घडीवर यावे. ही फणी तोंडात धरा. ओठांची जोडी कागदाच्या घडीवर अलगद टेकवा. मोठ्याने श्वास घेऊन गुणगुणण्याचा आवाज करत तोंडाने हवा सोडा. ओठांना फणीच्या दात्यांची थरथर होत असलेली जाणवेल. आवाज निर्माण झाला की हवा सूक्ष्मपणे थरथरते त्यांना 'कंपने' असे म्हणतात.
2. बोटाने कानशिलावर हलकेच आघात करा आणि दीर्घ श्वास घेत डोळे मिटून शांत बसा. सर्व लक्ष ऐकू येणाऱ्या आवाजाकडे द्या. बाकी कसलेही विचार करू नका. वेगवेगळ्या प्रकारचे आवाज ऐकू येतील. गावाबाहेर जाऊन बसलात तर पक्ष्यांची किलबिल, पाण्याचे झरझरणे, पानांची सळसळ, वाऱ्याचे सूं सूं... असे अनेक आवाज ऐकू येतील. घरातही माणसांच्या हालचालीचा, वाहनांच्या जाण्याचा, नळाच्या पाण्याचा, भाजी फोडणीला घातल्याचा असे अनेक आवाज टिपता

येतात. हे आवाज जसे ऐकू येतील तसे तोंडाने काढायचा प्रयत्न करा. जमते का?

3. (विद्युत्घटावर चालणारा) एक छोटा रेडिओ घेऊन मित्राला चालू करायला सांगा. डोळे मिटून तुम्ही एका जागी बसा. त्याला खोलीच्या वेगवेगळ्या भागांत तो रेडिओ घेऊन उभे राहायला सांगा. तुम्हांला आवाज कुठून येतो आहे ती दिशा नेमकी ओळखता येते का? रेडिओ समोर किंवा मागे असला तर दिशा ओळखणे कठीण जाते. सरावाने आवाजाची दिशा ओळखणे सोपे जाते.

मोठा शंख घेऊन त्याला कान लावा. तुम्हांला प्रवाहाचा मंद आवाज ऐकू येईल. प्रत्यक्षात कानामध्ये जो रक्तप्रवाह वाहतो त्या आवाजाचा प्रतिध्वनी शंखामध्ये वर्धित होऊन तुम्हांला ऐकू येतो.

हवेची कंपने होतात म्हणून आपल्याला आवाज ऐकू येतात. मानवी कान विकसित झालेला आहे. शांत वेळी ६ मीटर लांब ठेवलेल्या घड्याळाची टिकटिक आपले कान ऐकू शकतात. कानाच्या पाळीमुळे हवेची कंपने एकत्र करून आत नेली जातात. त्याचा फनेलसारखा आकार त्यासाठी उपयोगी पडतो. कानाच्या आत स्नायूंचे एक पटल ताणून बसवलेले असते, त्याला कानाचा पडदा म्हणतात. त्यावर ही कंपने पडतात आणि त्याच कंपनसंख्येने पडदा थरथरू लागतो. आत रिकीब, हातोडा आणि ऐरणीच्या आकाराच्या तीन छोट्या हाडांची साखळी असते. त्यामुळे या कंपनांचे वर्धन होते आणि कंपने आतील अर्धद्रव भरलेल्या नळीसारख्या पोकळीत पोचतात. त्यामध्ये एका पातळ पापुद्र्यावर केसासारखे असंख्य मज्जातंतू असतात. कंपनांचे वर्गीकरण करून, त्याचे संदेशात रूपांतर करून हे मज्जातंतू आवाजाची संवेदना मेंदूकडे पोचवतात. पडद्याच्या पलीकडील या भागाला 'अंतर्कर्ण' असे म्हणतात.

ज्याप्रमाणे दोन डोळ्यांमुळे वस्तूबद्दल अधिक चांगले समजते त्याप्रमाणे दोन कानांमुळे आवाजाची दिशा समजणे सोपे जाते. उदा., डाव्या बाजूने येणारा आवाज डाव्या कानाला अधिक स्पष्टपणे तर उजव्या कानाला मधे डोके असल्यामुळे कमी स्पष्टपणे ऐकू येतो. मेंदूला या दोन आवाजांतील फरक ओळखता येतो. आणि मेंदू आवाजाचा उगम निश्चित करू शकतो. समोर किंवा मागे निर्माण झालेला आवाज दोन्ही कानांवर एकाच वेळी पडतो आणि डोळे मिटले तर आपल्याला नक्की जागा सांगता येत नाही. अंध व्यक्तींना आवाजाची संवेदना अधिक चांगली होते. कारण डोळे नसल्यामुळे त्यांचे कर्णोद्रिय जास्त वापरले जाते म्हणून ते जास्त विकसित होते. मेंदूमध्ये जो भाग सतत वापरला जातो तो तल्लख होत जातो. स्वतः आवाज करून त्याचा अडथळ्यावरून येणारा प्रतिध्वनी ऐकून निशाचर प्राणी जंगलात वावरतात. वटवाघूळ, तरस वगैरे प्राणी असे तंत्र वापरतात. कुत्र्याचे कर्णोद्रिय माणसापेक्षा अधिक कंपनसंख्येचा ध्वनी ऐकू शकते. पोलिसांच्या खास बनवलेल्या शिड्या माणसांना ऐकू येत नाहीत पण प्रशिक्षित कुत्रे ऐकू शकतात.

आपल्याला स्पर्शज्ञान किती आहे?

आपल्या त्वचेच्या काही भागामध्ये चेतापेशींची संख्या जास्त असते तर काही भागात कमी असते. त्याप्रमाणे स्पर्शज्ञान जास्त-कमी होते. आपण हा फरक पाहू शकतो का?

साहित्य : कागद, पेन्सिल, तारेचा तुकडा, पट्टी, खोका, लहान वस्तूच्या जोड्या (उदा., रबर, पेन्सिल, झाडाची पाने, फुले, फांद्या, नाणी, दगड, शंख, पत्राचे तुकडे अशा अनेक वस्तू चालतील.).

कृती :

- जोडीपैकी एक वस्तू खोक्यात घाला आणि दुसरी बाहेर टेबलवर ठेवा. अशा सर्व वस्तू स्वतंत्र करा. खोक्याजवळ डोळे मिटून बसा. टेबलावरील वस्तू जोडीदाराला तुमच्या हातात घायला सांगा. या वस्तूला तुम्ही हाताने अर्धे मिनिट चाचपून पाहा आणि मग खोक्यात हात घालून ती वस्तू स्पर्शाने ओळखून बाहेर काढा. एका वेळी एक वस्तू चाचपत सर्व वस्तूंच्या जोड्या बनवा. वस्तू संख्येने जास्त आणि साधर्म्य असलेल्या असाव्यात. (उदा. फुले-पाने, बटाटा-टोमॅटो, विणायची सुई-फुलांचा देठ इ.) सगळ्या वस्तू संपल्यावर डोळे उघडून जुळवलेल्या जोड्या पाहा. चूक झालेल्या वस्तूंना स्पर्श करून त्यांतील फरक पाहा. वस्तूंच्या आकलनासाठी स्पर्श आणि दृष्टी एकमेकांना मदत करतात हे समजून येईल.
- तारेचा तुकडा वळवून त्याला आकड्याचा आकार द्या. मध्यभागी दाबल्यावर दोन्ही टोके एकत्र येतील आणि विलग केल्यावर टोकांमधील अंतर वाढेल. तुमच्या जोडीदाराला डोळे मिटून बसायला सांगा. चिमट्याची टोके जोडून त्याच्या तळहातावर टेकवा.

आपल्या तळहाताच्या मागील बाजूच्या त्वचेचा २ सें.मी. बाजूचा चौरस आकाराचा तुकडा घेतला तर त्यात ३० केस, अडीच मीटर लांबीच्या रक्तवाहिन्या, १२ मीटर लांबीचे मज्जातंतू, ४ स्नेहग्रंथी (तेलकट द्राव स्रवणाऱ्या ग्रंथी), ३०० घर्मग्रंथी (घाम येणाऱ्या ग्रंथी), ९००० मज्जातंतूंची टोके (चेतापेशी), ६०० वेदना ग्रहण करणारी केंद्रे, ६ थंडपणा तर ३६ गरमपणा ओळखणारी केंद्रे, ७६ दाब ओळखणारी केंद्रे असतात. आपल्या त्वचेबद्दल आपल्याला फार थोडे ठाऊक असते, होय ना?

वस्तू त्वचेला टेकली की उष्ण, थंड, वेदना, स्पर्श या चार मूळ संवेदनांपैकी एक जाणवते. थंड हवा चेहऱ्यावर आलेली कळते. बर्फ हातात धरला की त्याचा थंडपणा आणि कठीण ओलसर स्पर्श एकदम जाणवतो. मज्जातंतूतून मेंदूकडे जाणारे संदेश आपल्याला हे ज्ञान देतात. या प्रत्येक संवेदनेसाठी त्वचेवर वेगवेगळ्या स्वतंत्र चेतापेशी असतात. काहीना वेदना कळते, तर काहीना उष्ण, थंड कळते. शरीरावरील त्वचा सर्व ठिकाणी सारखीच नसते. काही ठिकाणी उदा. बोटांची टोके, तळहात, ओठ या ठिकाणी ती जास्त संवेदनशील असते, तर तळपायाची टाच, पोटच्या, पाठ या ठिकाणी तुलनेने कमी संवेदना जाणवतात. बोटाच्या टोकांना सर्वात जास्त स्पर्शज्ञान होते म्हणून वस्तूचा पोत, आकार, कठीण वा मऊपणा यांतील फरक बोटांना कळतो. डोळ्यांनी पाहिले तर वस्तू समजण्यास अधिक सोपे जाते. डोळे मिटून फक्त स्पर्शाने वस्तू ओळखणे तितके सोपे नसते. अंध लोकांची स्पर्श-संवेदना त्यामुळे अधिक विकसित झालेली असते.

एकच टोक टेकल्याचे तो सांगेल. आता सावकाश टोके पसरा आणि टेकवा. ज्या वेळी तळहाताला दोन टोके टेकल्याचे तो सांगेल तोवर टोकांतील अंतर थोडेथोडे वाढवत टेकवा. दोन टोके टेकल्याची संवेदना जाणवेल तेव्हा ही टोके कागदावर टेकवून त्यांतील अंतर मोजा. हाच प्रयोग शरीराच्या वेगवेगळ्या अवयवांवर करून पाहा. दंड, पोट, मांड्या, पाठ, बोटे, गाल, पोटच्या, नाक, कान, ओठ इ. जागी अंतर वेगवेगळे येईल. काही ठिकाणी अंतर जास्त असून एकच टोक टेकलेले जाणवेल त्या जागी चेतापेशी विरळ आहेत तर काही ठिकाणी अगदी थोडे अंतर असताना दोन टोके टेकलेली कळेल. त्या जागी चेतापेशी जास्त आणि स्पर्शज्ञानही जास्त होते.

- हाच प्रयोग जोडीदाराने तुमच्यावर करून पाहायचा आहे.

केस वा नखे कापताना आपल्याला दुखत नाही. याचे कारण म्हणजे मज्जातंतूंची टोके दुखावली गेली की वेदना होते. केसामध्ये आणि नखांमध्ये जिवंत पेशी, मज्जातंतू नसतात. केरॉटिन नावाच्या कठीण पदार्थाने केस व नखे बनलेली असतात.

हाथ की सफाई?

त्वचेचा काही भाग उष्णता ओळखतो, तर काही भागात थंडपणाची संवेदना ग्रहण केली जाते. उष्णता आणि थंडपणा ओळखणाऱ्या चेतापेशी तपासून पाहता येतील का?

साहित्य : तीन पेले, गरम, कोमट, थंड पाणी, दोन मोठे वाडगे, रबरी हातमोजे.

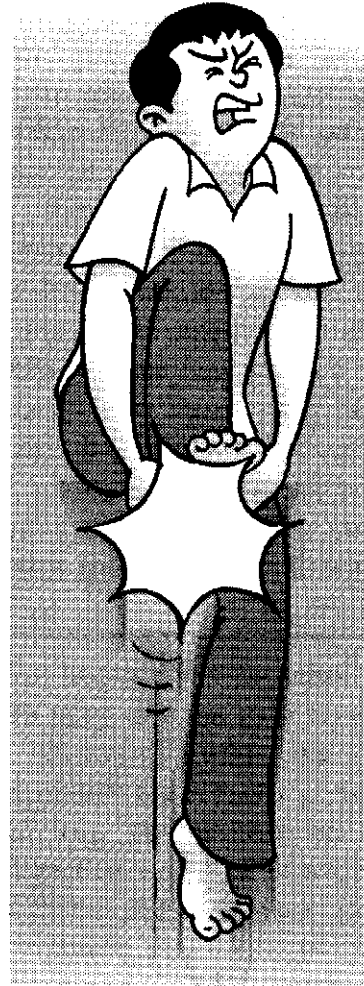
कृती :

१. तीन पेले ओळीमध्ये ठेवा. मधे कोमट, एका बाजूला थंड तर दुसऱ्या बाजूला गरम पाणी पेल्यात ओता. डाव्या हाताचे बोट गरम पाण्यात, तर उजव्या हाताचे बोट थंड पाण्यात बुडवा. पटकन कोणते थंड वा गरम आहे ओळखता येईल. बोटे बाहेर काढून एक मिनिट तशीच ठेवा आणि लगेच दोन्ही बोटे मधल्या पेल्यात बुडवा. डाव्या बोटाला ते पाणी थंड तर उजव्या बोटाला गरम वाटेल. दुसरी बोटे त्याच पेल्यात बुडवली तर पाण्याचा कोमटपणा चटकन कळेल.
२. रबरी हातमोजे चढवा आणि हात थंड पाण्याने भरलेल्या वाडग्यात बुडवा. प्रत्यक्ष हात ओला होत नाही तरीही हाताला ओलसरपणा जाणवेल. हाच हात कोमट पाण्यात बुडवा आणि पाहा.

आपले लांब, बारीक दोरीसारखे मज्जातंतू संवेदना मिळाली की विद्युत्भार तयार करतात. हे विद्युत्भार वेगाने वाहतात आणि तारेतून विद्युत्प्रवाह वाहावा तसे मेंदूकडे पोचतात. पायाला काटा टोचला तर ती वेदना पाठीच्या कण्यातून मेंदूपर्यंत पोचून परत पायाकडे पोचायला ०.०५ सेकंद पुरतात. आणि झटक्यात पाय उचलला जातो.

वरील प्रयोगात दोन बोटाना गरम आणि थंड पाण्यात ठेवून बोथट होईपर्यंत संवेदना दिलेली आहे. दोन्ही बोटे त्यानंतर कोमट पाण्यात घातली तर गरम बोटाला थंड आणि थंड बोटाला गरम लागते आणि मेंदूमध्ये एकाच वेळी पाणी थंड व गरम असल्याची नोंद होते. ही संवेदना तुलना करूनच मग मेंदूकडे पाठवण्यात येते. हातमोजे घालून थंड पाण्यात हात घातला तर पाण्याचा थंडपणा पातळ रबरातून त्वचेला पोचतो तसेच पाण्याचा दाब मोजावर पडतो तोही बोटाना जाणवतो. दोहोंचा एकत्रित परिणाम म्हणून कोरडे असतानाही हात ओलसर वाटतात.

तापमान ओळखणाऱ्या चेतापेशी (रिसेप्टर्स) त्वचेवरती असतात म्हणून आपल्याला तापमानाची संवेदना होते. थंड आणि गरम (शरीराच्या तापमानाच्या तुलनेने) ओळखणाऱ्या चेतापेशी वेगळ्या असतात. केंद्राना जाणवणारी संवेदना आणि मेंदूत होणारी नोंद या दोन बाबींवर तापमानाचे ज्ञान अवलंबून असते. आपल्या सभोवतीच्या जगाचे आकलन करून घेताना आपण ज्ञानेंद्रियांवर विश्वास ठेवतो. बघणे म्हणजेच विश्वासणे हे जसे दृष्टिभ्रमामध्ये चुकीचे ठरते तसेच स्पर्शाचे आहे.



आपले नाक किती तिखट आहे?

अनेक प्राण्यांना माणसापेक्षा वासाचे ज्ञान अचूक असते. प्राण्याप्रमाणे वासाचा माग घेत रस्ता शोधता येईल का?

साहित्य : कापसाचे बोळे, वेगवेगळ्या वासाचे रस, दोरी, रुमाल, कागद, पेन्सिल, घड्याळ.

कृती :

- कांदा, कोथिंबीर, लिंबू, चिंच, केळे, खोबरे, पुदिना, हिंग, आले, चॉकलेट, टोमॅटो, दही, लसूण, गुलाब, मोगरा, मेंदी, तुळशी यांसारखे घरातले अथवा बागेतील पदार्थ घ्या. तसेच किंवा थोडे पाणी घालून ठेचा आणि रसात कापसाचे बोळे भिजवून ठेवा. प्रत्येक वासासाठी एक बोळा तयार करा. काही बोळे वास घेतल्यावर पटकन ओळखू येतील (लसूण, खोबरे इ.) तर काही समान वासाचे (लिंबू, चिंच, संत्री, मोसंबी इ.) असावेत.
- घरात वा अंगणात थोड्या थोड्या अंतरावर हे बोळे ठेवून एक मार्ग तयार करा. प्रत्येक वासाला एक आकडा देऊन पुढे वास लिहा आणि हे आकडे क्रमाने चिठ्ठीवर लिहून ठेवा. त्याच क्रमाने ते मार्गावर ठेवा. मार्गात अडथळे नकोत, पण बोळे वरखाली असावेत (म्हणजे खिडकीवर, जमिनीवर, खुर्चीवर असे वेगवेगळ्या उंचीवर असावेत.).
- दोन मुलांची जोडी या वासाच्या मागावर निघेल. एकाने चिठ्ठीवरील आकडा व वास वाचून दुसऱ्याला सांगावा आणि दुसऱ्याने डोळे बांधलेल्या अवस्थेत नाकाने वास घेत बोळा शोधत पुढे जायचे आहे. जोडीदाराने बोळा दिसला तरी सांगायचे नाही, फक्त आपला भिडू अडखळत, आपटत नाही याकडे लक्ष द्यावे.
- सर्व मुलांच्या जोड्या करून स्पर्धा लावता येईल. घड्याळ वापरून सर्वात कमी वेळात कोणती जोडी माग शोधते याची नोंद करून क्रम लावता येईल. जी मुले नाकाने हुंगत लवकर माग पूर्ण करतील त्यांची नाके संवेदनशील आहेत असा निष्कर्ष निघतो.

सायनेस्थेशिया नावाचा एक विकार आहे. या विकारामध्ये माणसाच्या ज्ञानेंद्रियांचा अर्थ लावणाऱ्या मेंदूच्या कामामध्ये विकृती निर्माण होते. त्यांना चक्क आवाज दिसतात, म्हणजे एखादा विशिष्ट आवाज ऐकला की विशिष्ट रंग दिसतो. एखादी चव घेतली की निराळेच आकार अशा व्यक्तींना दिसू लागतात.

वासाची संवेदना ग्रहण करणाऱ्या चेतापेशी नाकाच्या आत वरच्या बाजूस असतात. प्रत्येक नाकपुडीत सुमारे तीन कोटी चेतापेशी असतात. माणसाचे घ्राणेंद्रिय विकसित आहे, असा याचा निष्कर्ष निघतो. तीन खोल्यांच्या घरात एक थेंब अत्तर टाकले तरी नाक ओळखू शकते. काही माणसे हजारो वास स्वतंत्रपणे ओळखू शकतात, तर काहींची नाके तितकी तीक्ष्ण नसतात. नाकाने सूं सूं करत श्वास घेत जास्त हवा आत घेतली तर अंधूक येणारा वास स्पष्टपणे येतो. नाक ओलसर असेल तर वास चांगला ओळखता येतो.



आपण शिंकताना हवा जोरात बाहेर पडते. तोंडातून बाहेर पडणाऱ्या हवेचा वेग चक्रीवादळातील वाऱ्याइतका असतो.

जिभेचा नकाशा? कसा काय काढणार?

जिभेमुळे वेगवेगळ्या चवी ओळखता येतात. जिभेच्या ठरावीक भागात ठरावीक चव ओळखता येते. तुमच्या जिभेचा चव दाखवणारा नकाशा बनवा.

साहित्य : चार पेले, पाणी, मीठ, साखर, लिंबू, कॉफीचा अर्क, चमचे, कापसाचे बोळे, काड्या, चार रंगाच्या पेन्सिली, स्वच्छ मऊ रुमाल, कागद, आरसा.

कृती :

१. तीन पेल्यांत १/३ पाणी घाला. एकात चार चमचे साखर, दुसऱ्यात एक चमचा मीठ, तिसऱ्यात एक चमचा लिंबूस, चौथ्यात कॉफीचा अर्क घाला.
२. एका कागदावर इंग्रजी 'यू' आकाराची मोठी जीभ काढा.
३. कापूस काडीला गुंडाळून बोळा तयार करा. एका पेल्यात बुडवा आणि आरशासमोर उभे राहून जिभेवर टेकवा. प्रथम टोक, मग मध्यभाग, मग दोन्ही बाजू असे करत करत सगळी जीभ अभ्यासा. ज्या ठिकाणी जी चव लागेल ती जागा कागदावरील जिभेवर एका रंगाने खूण करून दर्शवा.
४. एका पेल्यातील चवीचे केंद्र शोधून झाल्यावर स्वच्छ चूळ भरा आणि दुसरी काडी घेऊन दुसऱ्या पेल्यात बुडवा. वरीलप्रमाणे चवीची जागा शोधा. प्रत्येक चवीसाठी कागदावरती वेगळा रंग वापरा.
५. तुमच्या मित्राच्या जिभेचा असाच नकाशा बनवा आणि तुलना करा. प्रत्येक चवीसाठी वेगळा रंग वापरल्यामुळे तुलना करणे सोपे जाते. यांतील कोणती चव तुम्हांला आवडते? कोणती आवडत नाही? का?
६. स्वच्छ मऊ रुमाल वापरून जीभ कोरडी करा आणि जिभेच्या टोकावर साखर ठेवा. गोड लागणार नाही. साखरेत लाळ मिसळल्याशिवाय तिची चव कळत नाही.

आरशासमोर उभे राहून जीभ बाहेर काढून नीट पाहा. गुलाबी रंगाचे लहान लहान उंचवटे जिभेवर दिसतात ते चवीची संवेदना ग्रहण करतात. प्रत्येक उंचवटेचावर दहा ते पंधरा चेतापेशींची केंद्रे असतात. दर चार दिवसांनी त्या जागी नव्या चेतापेशी येतात. मुख्य चार चवी- गोड, खारट, आंबट, कडू जिभेला ओळखता येतात. प्रत्येक चवीसाठी वेगळ्या चेतापेशी असतात. गोड चव जिभेच्या टोकापाशी कळते तर कडेला, पुढील भागात दोन्ही बाजूंना आंबट चव कळते.

मागच्या बाजूला दोन्ही कडांना खारट तर मधे कडू चव कळते. चव कळण्यासाठी जीभ ओली असावी लागते. तोंडात असलेली लाळ स्रवणारी पिंडे (लालाग्रंथी) जीभ सतत ओली ठेवतात. साडेसात लिटर पाण्यात १ चमचा साखर विरघळली तरी गोड चव जीभ ओळखू शकते. लाळेमुळे चव कळते तसेच अन्नाचे पचन होण्यास मदत होते.



जीभ चावली की मगच तिचे अस्तित्व आपल्याला ठळकपणे जाणवते. प्रत्यक्षात सतत हालचाल करत आपली जीभ शब्दाचे उच्चार स्पष्ट बोलायला मदत करते. जीभ बोटाने पकडून बोलायचा प्रयत्न करा. उच्चार स्पष्ट येत नाहीत. एक एक वाक्य बोलताना जिभेकडे लक्ष द्या. जीभ उचलली जाते, वळते. दातांना स्पर्श करते ते जाणून घ्या. ओठ न हलवता, जबडा न हलवता बोलून पाहा. जिभेखाली स्वच्छ गोटी ठेवून बोला (गोटी गिळली जाणार नाही याकडे मात्र लक्ष ठेवा). जिभेचा आणि उच्चाराचा संबंध कळेल.

नाकाने चव ओळखणार?

सर्दीने जेव्हा आपले नाक बंद होते तेव्हा जेवणाची चवही कळनाशी होते. याचे कारण म्हणजे पदार्थाचा वास येत नाही. चव ही वासावर अवलंबून असते हे प्रयोगाने पडताळून पाहू या.

साहित्य : गाजर, मुळा, सफरचंद, कांदा, बटाटा, नासपती वगैरे पदार्थांचे समान आकाराचे कच्चे तुकडे, पाणी, ताटली, चमचा, पेला, व्हॅनिला वासाचे चार थेंब, दालचिनीची पूड, कोथिंबीर.

कृती :

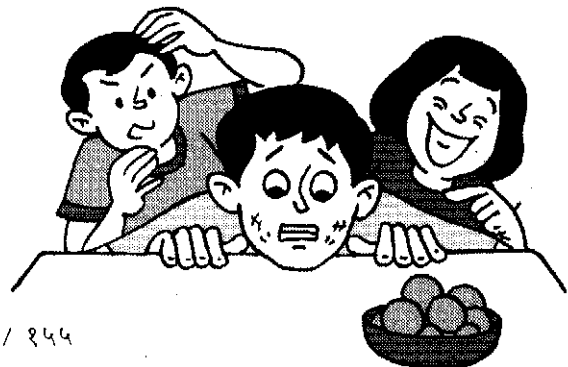
१. ताटलीत पदार्थांचे चौकोनी तुकडे ठेवा. पाण्याचा पेला भरा.
२. डोळे बंद करून नाक बोटाने पकडून बंद करा. श्वास अजिबात घेता येऊ नये.
३. तुमच्या जोडीदाराला एक तुकडा चमच्यात घेऊन तुमच्या तोंडात टाकायला सांगा. प्रत्येक तुकडा चावून खा आणि त्याचे नाव ओळखा. दुसरा तुकडा खाण्यापूर्वी चूळ भरून तोंड स्वच्छ धुवा. सर्व पदार्थ ओळखता येणे सोपे नाही. तुमच्या जोडीदारावर हाच प्रयोग करा. जास्त पदार्थ कोण ओळखतो पाहा.
४. डोळे बंद ठेवून पण नाक उघडे ठेवून पुन्हा एकदा सर्व पदार्थ खा आणि ओळखा. सर्व पदार्थ ओळखता येतील.

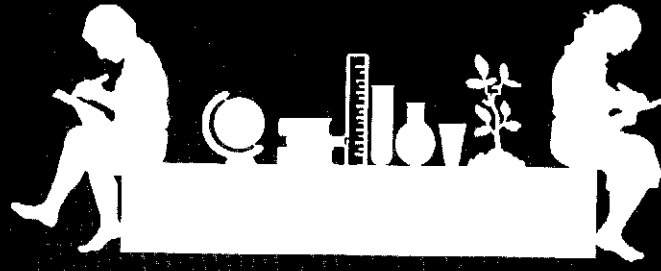


खाण्याचा अभिनय करताना आपण जबड्याचा खालचा आणि वरचा भाग हलवत राहतो. प्रत्यक्ष खाताना दोन्ही भाग हलत नाहीत. टेबलावर कडेला नाक टेकवा आणि काही पदार्थ तोंडात घालून खा. तसेच हनुवटी टेबलवर स्थिर ठेवा आणि खाऊन पाहा. पहिली कृती सहज जमते आणि दुसरी मात्र कठीण जाते.

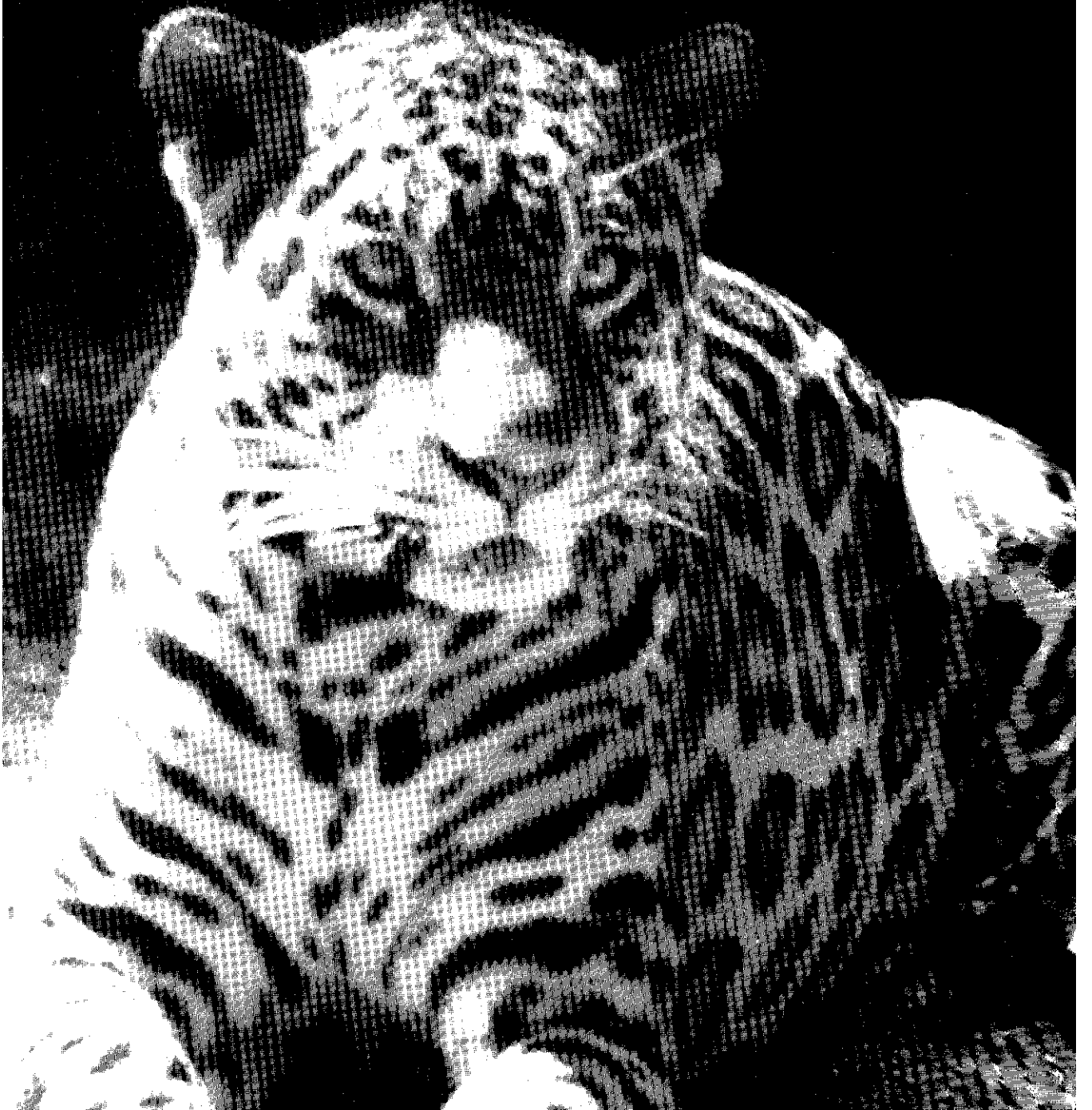
५. ओठाच्या वरच्या भागाला व्हॅनिलाचा रस, दालचिनीची पूड अथवा कोथिंबीरीचा रस चोळा आणि डोळे मिटून, नाकाने वास घेत पदार्थ खाऊन ओळखता येतात का पाहा. पदार्थाच्या चवीत फरक पडतो का?

आपली पंचेद्रिये एकमेकांना मदत करत असतात. पदार्थाची चव ही फक्त जिभेवरील चव ओळखणाऱ्या चेतापेशींवर अवलंबून नसते. वास, पोत, स्पर्श, तापमान आणि डोळ्यांना दिसणारे पदार्थांचे स्वरूप या सर्वांचा चवीमध्ये सहभाग असतो. जिभेच्या चेतापेशी पदार्थाची चव मेंदूला पोचवण्यापूर्वी नाकाच्या चेतापेशी पदार्थाचा वास पोचवतात. खारे दाणे खाताना मिठाची खारट चव कळते, पण शेंगदाण्याचा वास त्याच्या चवीची संवेदना देतो. पदार्थाचे तापमान जेव्हा शरीराच्या तापमानाइतके असते तेव्हा चव चांगली कळते. इतर संवेदनांप्रमाणे चव ही सवयीने आवडते. पालक किंवा पडवळ पटकन आवडेलच असे नाही. पुनःपुन्हा खात राहिले तर ती चव आवडते. नवी चव सवयीनेच आवडते. म्हणून काही लोकांना चवदार वाटणारे पदार्थ इतरांना मात्र अजिबात आवडत नाहीत. वेगवेगळ्या संस्कृतींचे लोक वेगवेगळ्या चवीचे अन्न आवडीने खातात त्याचे कारणही हेच आहे.





प्राणी



प्राणी



अनुक्रम

- प्राणी नक्की कुणाला म्हणायचे? / १५७
ओळखा पाहू - मी कोण? / १५८
काय? प्राणी योगासने करतात? / १५९
प्राण्यांची शक्तिस्थाने ओळखू या! / १६१
प्राण्यांचा ऑर्केस्ट्रा / १६२
स्थलांतर / १६३
पक्ष्यांची भाषा तुम्हांला येईल का? / १६४
पेल्यातला कैदी / १६५
खेळ शिकारीचा / १६६
हत्तीला पिल्लू व्हायला किती काळ लागतो? / १६७
ओळखा पाहू मी कोणता प्राणी? / १६८
डायनोसोरचा नमुना कसा बनवाल? / १७०
ठशांवरून प्राणी ओळखा / १७१
मुंग्यांचे राज्य / १७३
अळ्यांची शर्यत लावताय? / १७४
कोळ्याचे जाळे तुम्हीच बनवा / १७५
पक्षी आपल्यापासून किती अंतर ठेवतात? / १७६
जंगलातील सैर / १७७
बर्लीज फनेल म्हणजे काय? / १७८
बेडकांचा लपंडाव / १७९
घेऊ या शोध प्राण्यांचा / १८०
पक्ष्यांशी करा मैत्री / १८१
बनवा कीटकांचे संग्रहालय / १८२
मुंग्यांचे कृत्रिम वारूळ / १८४
गांडुळांची शेती कशी कराळ? / १८५

प्राणी नक्की कुणाला म्हणायचे?

वनस्पती सोडून उरलेले सर्व सजीव 'प्राणी' या गटामध्ये येतात. पक्षी, कीटक, मासे, सरपटणारे प्राणी, पृष्ठवंशीय सस्तन इ. सर्व सजीवांना या गटात सामावले जाते. वन्य प्राणी या उपगटात माणसाळवता न येणारे प्राणी येतात. बहुसंख्य प्राणी नैसर्गिक वसतिस्थानात राहतात आणि निवारा, अन्न स्वतः मिळवतात. त्यांना वनस्पतींप्रमाणे स्वतःचे अन्न स्वतः तयार करता येत नाही.

टर्की कोंबडीसारखे काही पक्षी लहान लहान दगड खातात. त्यांच्या शरीरात जठरासारखा 'गिझर्ड' नावाचा आणखी एक अवयव असतो. त्यामध्ये हे दगड जातात. या दगडांच्या फिरण्यामुळे अन्नपदार्थाचे कणांत रूपांतर होते आणि त्यांचे पचन सुलभ होते. आफ्रिकेतील मगरीसुद्धा दगड खातात, पण पचनासाठी त्या दगड खात नाहीत. तर या दगडांचा वापर करून तिचे वजन वाढते आणि ती पाण्याच्या पृष्ठभागाखाली फक्त तोंड वर राहिल अशी राहू शकते.

पृथ्वीवरील इतर सर्व प्राण्यांपेक्षा कीटकांची संख्या सर्वाधिक आहे. ८०% प्राणीजग कीटकांचे बनलेले आहे.

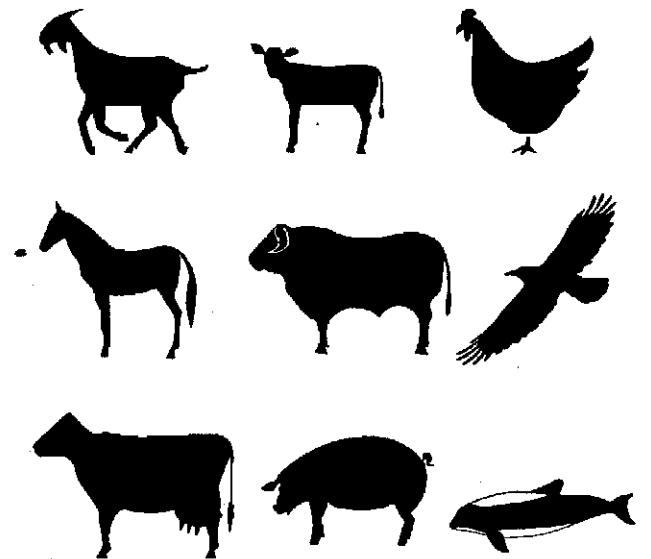
जिराफ हा सर्वात उंच सस्तन प्राणी आहे. त्याची उंची सुमारे ६ मीटरपर्यंत असू शकते. आपल्या उंच मानेमुळे झाडांच्या शेंड्यावरील पानांपर्यंत त्याचे तोंड पोचू शकते.

निळा देवमासा हा पृथ्वीवरील सर्वात मोठा प्राणी आहे. त्याची लांबी ३० मीटरपर्यंत आणि वजन १३५ टनांपर्यंत वाढू शकते, तर आफ्रिकन हत्ती जमिनीवरील सर्वात मोठा प्राणी आहे. त्याची उंची ३.२ मीटर तर वजन ६ टनांपर्यंत वाढू शकते.

उघड्या गोल आकाराच्या डोळ्यांमुळे घुबड अगदी हुशार आहे असे भासते, पण प्रत्यक्षात त्याच्या आकारमानाच्या प्रमाणात त्याचा मेंदू बराच लहान असतो. पक्ष्यांच्या बुद्धिमत्तेमध्ये घुबडाचा क्रमांक मध्यम गटात येतो. प्रयोगशाळांतील अभ्यासावरून कावळा, हंस, डोमकावळा यांची बुद्धी घुबडापेक्षाही तीक्ष्ण असते.

झाडांच्या खोडावर गाठीसारखे फुगीर भाग दिसतात ते कीटकांनी बनवलेले असतात. झाडांच्या खोडावर मादी कीटक अंडी घालते आणि अंडी उबल्यावर त्यांतून अळी बाहेर पडते. तिच्याकडून होणाऱ्या विशिष्ट स्रावामुळे झाडाची साल अनैसर्गिक रितीने वाढते आणि तिथे गाठ बनते. ही गाठ अळ्यांना अन्न, पाणी, निवारा पुरवते. अनेक झाडांवर अनेक प्रकारच्या, आकारांच्या अशा गाठी वेगवेगळे कीटक बनवतात. मऊ घट्ट काळ्या, करड्या, गुलाबी रंगाच्या अशा या गाठी मोठ्या खोडांच्या झाडावर सहज शोधता येतात.

वरील सर्व माहिती प्राणिजगतातील विविधतेची झलक दाखवते.



ओळखा पाहू - मी कोण?

वेगवेगळ्या प्राण्यांमधील फरक आपण पाहून ओळखू शकतो. हत्ती आणि मासा दोन्ही प्राणी आहेत, पण त्यांची वैशिष्ट्ये अगदी वेगळी आहेत. प्राण्यांचे विशिष्ट गुणधर्म ओळखायचा खेळ खेळून तर बघू या.

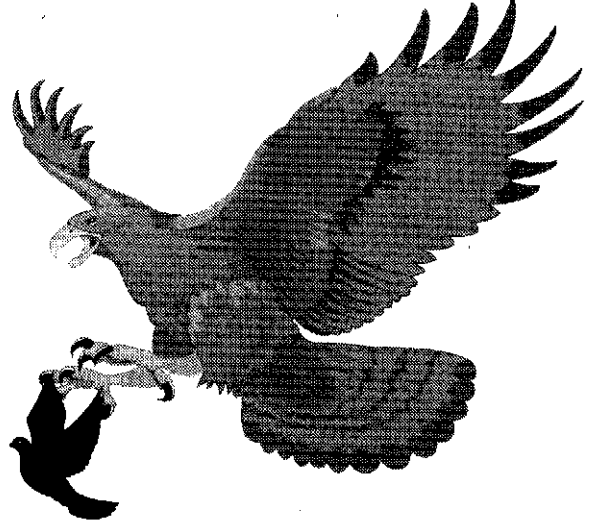
कृती १ :

१. एका मुलावर राज्य द्यावे आणि त्याला जरा दूर उभे करावे. उरलेल्या मुलांपैकी एक गटनेता असेल. त्याने, तो मुलगा एक प्राणी आहे असे नाव घेऊन गटातील इतर मुलांना कानांत सांगावे (उदा. मांजर, कुत्रा इ.).
२. राज्य घेतलेला मुलगा परत येईल आणि प्राण्याच्या गुणधर्माबद्दल प्रश्न विचारेल. गटाने फक्त 'होय', 'नाही', 'असू शकेल' यांपैकी एकच उत्तर द्यायचे आहे. मुलाने प्राण्याचे नाव प्रश्नाच्या उत्तरावरून ओळखायचे आहे. प्रश्न थेट असतील. उदा. 'मला लोकर आहे का?' 'उडता येते का?' 'पोहता येते का?' 'शिगे आहेत का?' इत्यादी.
३. प्रत्येक प्रश्नाबरोबर उत्तराची शक्यता कमी करत मुलाने प्राणी ओळखून काढायचा आहे. उत्तर अडले तर गटातील एका मुलाने त्या प्राण्याची विशिष्ट हालचाल करून संकेत द्यावा. उदा., बेडकासारखी उडी मारणे किंवा कुत्र्यासारखी जीभ बाहेर काढून दाखवणे इ.

कृती २

४. प्रत्येकाच्या पाठीवर टाचणीने वा चिकटपट्टीने कागद चिकटवून त्यावर प्राण्याचे नाव लिहा. एकमेकांना प्रश्न विचारून ते नाव ओळखून काढा. मात्र उत्तरे होय किंवा नाही यांपैकीच असावीत.

एका प्रसिद्ध चित्रामध्ये पक्षी, एका सोनेरी माशाला चोचीने भरवतो, असे रंगवले आहे. तळ्याकाठी तोंड उघडून बसलेल्या माशाला तो पक्षी, आपल्या पिलाने चोच उघडून धरली आहे असे समजून खाणे भरवत आहे. उघडलेली चोच आणि उघडलेले माशाचे तोंड अगदीच सारखेच दिसते. अगदी मातेने फसावे इतके सारखे दिसते.



मासिकांतून, वर्तमानपत्रांतून प्राण्यांची चित्रे कापून ठेवा. सुमारे ४० ते ५० चित्रे झाली की त्या चित्रांचे वर्गीकरण करा. रंग, आकार, कातडी, हालचाली, खाणे इ. गुणधर्मानुसार तुम्हांला वर्गीकरण करता येते का पाहा.

या खेळात प्रश्न विचारण्याचे कौशल्य, प्राण्यांची नावे, गुणधर्म याबद्दलचे मुलाचे ज्ञान वाढावे, अशी अपेक्षा आहे. वयोगटानुसार प्राणी निवडले तर आठदहा वर्षांपर्यंत हरीण, ससा, वाघ, सिंह मुले सहज ओळखतात. जरा मोठी मुले कोल्हा, लांडगा, तरस, कुत्रा यांतील फरकही ओळखू शकतात.

ससाणा पक्षी मांसाहारी असून लहान पक्षी खातो. हे छोटे पक्षी सावलीवरून ससाण्याचे अस्तित्व ओळखतात आणि झुडपात दडून बसतात. गचपणात मोठ्या आकाराचा ससाणा घुसू शकत नाही आणि यामुळे या युक्तीचा अवलंब करून हे लहान पक्षी आपला प्राण वाचवतात. संशोधकांनी पुढ्याचे ससाणे करून त्यांची सावली या पक्ष्याच्या आसपास पाडल्यावर ते झुडपात नाहीसे झाले. ससाण्याऐवजी या पक्ष्यांना न खाणाऱ्या मोठ्या पक्ष्यांच्या पुढ्याच्या सावल्यांना मात्र हे पक्षी अजिबात घाबरले नाहीत.

काय? प्राणी योगासने करतात?

योगासने हा परिपूर्ण व्यायाम मानला जातो. यामध्ये अनेक रचना प्राण्यांच्या स्थितीवर आधारलेल्या आहेत आणि त्यांना तशी नावे आहेत. उदा. मार्जारसन (मांजर), श्वानासन (कुत्रा), उष्ट्रासन (उंट) इ. शरीराचा तोल आणि डौल सावरणे या आसनांत सहज केले जाते.

साहित्य : चटई अथवा सतरंजी.

कृती :

१. पुढील पानावर दिलेल्या प्राण्यांप्रमाणे शरीराची रचना करून पाहा. त्याच अवस्थेत दहा श्वास मोजा. मात्र स्नायूंना ताण पडेल आणि दुखेल इतका त्रास होता कामा नये, हालचाली सहज व्हायला हव्यात. श्वास नाकाने घ्या आणि तोंडाने सावकाश सोडा.

प्राण्यांच्या गटाला आपण विशिष्ट नावाने ओळखतो. गाईगुरांचे, हरणांचे, हत्तीचे कळप असतात, पक्ष्यांचा थवा असतो, कीटकांचे, माशांचे मोहोळ असते. माश्यांचा घोळका तर मुंग्याचे दळ असते.

साप, अळीसारखे सरपटणारे प्राणी एक एक खंड पुढे सरकतात. खालच्या खडबडीत जमिनीला रेटा देऊन एक खंड पुढे जातो आणि मागच्याला ओढतो. वाळूचे कण सुटे सुटे असतात. म्हणून सापाने रेटा दिला की वाळू सरकते आणि त्याचे सरपटणे मंद होते. काही साप मान उंच करून वळसा घेऊन पुढे टाकतात आणि शरीर ओढतात. परत मान उंच करून पुढे टाकतात. अशा तऱ्हेने मानेने उड्या मारल्यासारखी त्यांची चाल असते.

प्राण्यांच्या शरीराची हालचाल विशिष्ट स्नायूंना सुस्थितीत ठेवण्यासाठी उपयुक्त असते. तशी हालचाल आपल्या शरीराने केली तर त्या स्नायूंना व्यायाम होतो. प्राणी आणि माणूस यांच्या शरीरातील साम्य आणि भेद यांची कल्पना या आसनांमुळे

डास चावल्यावर सर्वांनाच खाज येते. डासाच्या मादीच्या लाळेत एक रसायन असते. ते रक्तात मिसळले की आपल्याला त्या जागी अॅलर्जी येते आणि खाज सुटते. डासाची मादी आपली टोकदार सोंड त्वचेत खुपसते आणि त्या जखमेतून रक्त शोषताना ही लाळ रक्तात मिसळते. आपल्या रक्तातील प्रोटीनमुळे मादीची अंडी पक्व होतात. चावण्यापूर्वी डास मारला तर खाज येत नाही. तसेच पांढऱ्या वा फिक्या पिवळ्या रंगाचे कपडे घातले तर डास कमी चावतात.

येते. माणसाचा मेंदू प्राण्यांपेक्षा तल्लख असला तरी प्राण्यांच्या स्थिती शरीराला योग्य, तंदुरुस्त ठेवतात म्हणून अनुकरणीय आहेत.



१. पक्ष्याप्रमाणे उडण्याच्या स्थितीत शरीर आणा- उभे राहून पुढे वाका. पक्ष्याप्रमाणे हात मागे उंच न्या. सावकाश परत उभ्या स्थितीत या.



२. जेलीमाशासारखे सैल, स्वस्थ पडा- डोळे मिटून, पाठीवर झोपा. हात-पाय सैल सोडा. संथ, दीर्घ श्वास घेत शरीरावरील ताण नाहीसे करा.



३. सिंहासारखे तोंड ताणून उघडा अन् जांभई दिल्यासारखा मोठ्याने श्वास सोडा. जीभ बाहेर काढून खाली खेचा आणि मोठ्याने गर्जना करा. हळूहळू पूर्वीस्थितीला या.



४. उंटाप्रमाणे गुडघे टेका. मग गुडघ्यावर उभे राहून दोन्ही हात मागे नेऊन टाचा पकडा. मान मागे जाईल आणि छाती ताणून पुढे येईल. सावकाश श्वास घ्या आणि पूर्वस्थितीला या.



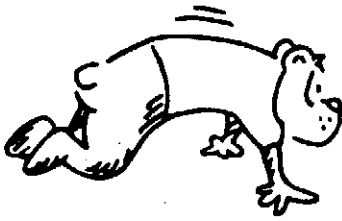
७. नागसापासारखा फणा काढा. पोटावर झोपून शरीराचा पुढील भाग कोपरावर तोलून धरा, आणि मान नागासारखी वर काढा. दोन्ही बाजूला वळवा. हाच प्रकार तळहातावर शरीर तोलून करा आणि मग सावकाश पूर्वस्थितीत या.



५. माकडाप्रमाणे दोन हात आणि दोन पाय टेकवून चाला. दोन्ही हात कोपरात न वाकवता आणि पाय ढोपरात न वाकवता चालून पाहा. सावकाश उभे राहा.



८. बगळ्यासारखे एका पायावर उभे राहा. एक पाय दुमडून टाच दुसऱ्या पायाच्या गुडघ्याजवळ येईल असा ठेवा. दोन्ही हात जोडून नाकाजवळ टेकवा. हीच कृती दुसऱ्या पायाने करा आणि मग पूर्वस्थितीत या.



६. मांजरासारखे पाठ ताणून हातापायांवर उभे राहा. दोन पाय गुडघ्यात वाकवून टेकवा आणि हात कोपरात वाकवून मान पुढे झुकवा. पाठ वर आणि खाली नेऊन ताणा. त्याप्रमाणे मान खाली आणि वर होईल. एक एक पाय मागे सरळ नेऊन ताठ ठेवा. शरीर दोन हात आणि एक पाय यांवर तोलले जाईल. सावकाश पूर्वस्थितीत या.



९. बेडकासारखे बसा. गुडघे वाकवून दोन्ही पायांचे तळवे एकमेकांना जोडून टाचा मांड्यांजवळ आणा. हाताने पायाचे तळवे धरा. पाठ सरळ ठेवा आणि गुडघे वरखाली हलवा. मग सावकाश पूर्वस्थितीत या.

प्राण्यांची शक्तिस्थाने ओळखू या!

प्रत्येक प्राण्याचे स्वतःचे असे खास शारीरिक कौशल्य असते. त्याच्या जीवनासाठी ते आवश्यक असते. तुम्ही प्रयत्न करून तीच कृती करून पाहा आणि तुलना करा.

साहित्य : खडू, टेप, भिंत, सेकंद मोजणारे घड्याळ.

कृती :

१. श्वास रोधून धरा आणि घड्याळात वेळ पाहा. पण त्रास होईल, घुसमटेल इतपत रोधू नका. किती सेकंद श्वास रोधणे तुम्हांला सहज जाते? देवमासा आपला श्वास १ तास रोधून धरू शकतो. कारण देवमाशाला समुद्राच्या तळाशी जाऊन आपले अन्न मिळवावे लागते. तोवर श्वास घेणे त्याला शक्य होत नाही.
२. खडूने भिंतीवर १ मी. उंच खूण करा आणि त्या उंचीपर्यंत उंच उडी मारायचा प्रयत्न करा. ही उडी धावत येऊन न मारता त्याच जागेवर उभे राहून मारायची आहे. कांगारू ३ मीटर उंच आणि १२ मीटर लांब उडी मारू शकते. त्यांची शिकार करणाऱ्या हिंस्र प्राण्यांपासून बचाव करण्यासाठी कांगारू उड्या मारत धावतात.
३. जमिनीवर लांब उडी मारून अंतर मोजा. तुम्ही किती लांब उडी मारू शकता? कूगर (अमेरिकन बिबळ्या) नावाचा प्राणी ९ मीटर लांब आणि ५ मीटर उंच उडी मारू शकतो. आपल्या भक्ष्याचा वेध घेऊन उडी मारून पकडणे त्याला सोपे जाते.



४. २० मीटर धावण्यासाठी तुम्हांला किती वेळ लागतो ते घड्याळ वापरून मोजा. चित्ता हे अंतर एका सेकंदापेक्षा कमी वेळात कापू शकतो. चित्ता जमिनीवर सर्वांत वेगात धावणारा प्राणी आहे. ताशी १०० कि.मी. वेगाने तो २०० मीटर धावू शकतो. आपले भक्ष्य पकडण्यासाठी तो या वेगाचा उपयोग करतो. उभे राहिलेल्या जागेपासून तो इतका वेग घेऊ शकत नाही. चित्याच्या वेगाशी तुलना करण्यासाठी ४० मीटर पळा आणि शेवटच्या २० मीटर अंतरासाठी लागणारा वेळ मोजा.
५. ९० मीटर अंतराची शर्यत पळायला तुम्हांला किती वेळ लागतो ते घड्याळ वापरून मोजा. रानमांजरासारखा प्रॉगनॉम हा प्राणी हे अंतर साडेतीन सेकंदांत पार पाडतो. (ऑलिंपिकमधील १०० मीटर धावण्याचा उच्चांक साडेनऊ सेकंदांच्या जवळ आहे.) दूर अंतर धावू शकणारा हा जमिनीवरचा सर्वांत वेगवान प्राणी आहे. ताशी ५५ ते ७० कि.मी. या वेगाने हा प्राणी ६ कि.मी. धावू शकतो. लहान अंतरासाठी त्याचा वेग ९० कि.मी. पर्यंत वाढतो. हा वेग गाठायला प्रॉगनॉमला थोडा वेळ लागतो. तुम्ही ११० मीटर पळा आणि शेवटच्या ९० मीटरसाठी लागणारा वेळ मोजून तुलना करा.

आपल्या आकाराच्या मानाने कीटक सर्वांत शक्तिमान प्राणी आहे. गांधीलमाशी आपल्या वजनाच्या ३०० पट वजन ओढू शकते. भुंगे (बीटल्स) आपल्या वजनाच्या साडेआठशेपट वजन वाहून नेऊ शकतात. पण हत्ती आपल्या वजनाच्या फक्त दुप्पट वजन ओढू शकतो.

मानव आणि इतर प्राण्यांत तुलना करून पाहिली तर कितीतरी समान गुणधर्म आढळतात. समान गुणधर्मांच्या प्राण्यांना एका गटात गणले जाते. उदा., सर्व सस्तन प्राणी गरम रक्ताचे असतात. ते अंडी न घालता संपूर्ण जीव जन्माला घालतात आणि आपल्या पिल्लांना दूध देतात. माणूस आणि उंदीर दोन्ही सस्तन प्राणी आहेत. पण माणूस आणि उंदीर यांच्या आकारात, वजनात प्रचंड फरक आहे. चिचुंद्री १ वर्ष जगते तर माणूस सत्तर वर्षे सरासरी जगू शकतो. प्राण्यांचे वर्गीकरण करताना साम्य आणि भेद, दोन्ही लक्षात घेऊन केले जाते.

प्राण्यांचा ऑर्केस्ट्रा

गाय हंबरते, हत्ती चीत्कारतो, घोडा खिंकाळतो. प्रत्येक प्राण्याचा विशिष्ट आवाज असतो आणि त्यावरून तो प्राणी ओळखता येतो.

कृती :

१. एकाने गटनायक होऊन गटातील प्रत्येक मुलाच्या कानात एक एक प्राण्याचे नाव सांगायचे आहे. उदा. मांजर, कुत्रा, गाढव, गाय, घुबड इ.
२. प्रत्येकाने आपल्या प्राण्याच्या आवाजाचा मनातल्या मनात दहा सेकंद सराव करायचा आणि एक, दोन, तीन म्हणताच आपापल्या आवाजात मोठ्याने त्या प्राण्याचा आवाज काढा. प्राण्यांची नावे अदलाबदल करून हाच वाद्यवृंदाचा खेळ खेळा.
३. फक्त आवाज करून आकारमानाप्रमाणे प्राण्यांची ओळ तयार करा. डास वा उंदीर एका बाजूला तर हत्ती दुसऱ्या बाजूला येईल.

प्राणी एकमेकांशी संपर्क करण्यासाठी अनेक गोष्टींचा उपयोग करतात. गल्लीतील एक कुत्रा भुंकला तर ओळीने कुत्रे भुंकत राहतात. काही प्राणी वासाचा उपयोग संपर्क साधण्यासाठी करतात. हरीण, कोल्हा यांच्या मूत्राच्या वासावरून इतर प्राण्यांना त्यांचा ठावठिकाण कळतो. हरीण आजारी आहे किंवा गाभण आहे हेही त्यांना मूत्राच्या वासावरून ओळखता येते.

‘टोकीटोकी’ नावाचा एक भुंगा दगड कोरून आवाज करतो. या दगडाजवळ जरी उत्तम प्रतीचा ध्वनिवर्धक (मायक्रोफोन) ठेवला तरी त्यात त्या आवाजाची नोंद होणार नाही, पण तब्बल ७ कि.मी. अंतरावरील टोकीटोकीची मादी मात्र हा आवाज ऐकते आणि त्याच्याकडे आकर्षिली जाते. प्रत्यक्षात त्या आवाजाची स्पंदने मादी ग्रहण करते, कारण हा आवाज पुनरुत्पादनासाठी संकेत म्हणून नर काढतो. पक्षी विशिष्ट आवाज काढून एकमेकांना ओळखतात. नर आणि मादी प्रजननासाठी एकमेकांना आकर्षित करण्यासाठी विशिष्ट आवाजाची मालिका काढतात. इतर कुणाला न समजता फक्त आपल्या जोडीदारालाच संकेत समजावा यासाठी प्राणी ही युक्ती वापरतात. प्राणिशास्त्रज्ञांनी असे आवाज ध्वनिफितीवर नोंदवून घेतले आहेत. ती ध्वनिफिती लावली तर विशिष्ट नर वा मादी त्या आवाजाकडे आकर्षित होते.



स्थलांतर

हवामानात बदल घडू लागला की अनेक पक्षी, प्राणी स्थलांतर करतात. काही पक्ष्यांचे अर्ध्याहून अधिक आयुष्य हजारो मैल अंतर कापण्यात जाते. स्थलांतराचा खेळ खेळा.

साहित्य : टेप, पांढरी पूड.

कृती :

१. ५० मीटर लांबीचे शर्यतीचे समांतर पट्टे मैदानावर आखून घ्या. एका बाजूला उन्हाळी घर आणि दुसऱ्या बाजूला हिवाळी घर अशी नावे लिहा.
२. सर्वजण पहिल्या रेषेजवळ उभे राहा. गटनायक एका प्राण्याचे नाव घेईल, आणि नंतर इशारा करील. सर्व मुलांनी त्या प्राण्याच्या चालीने शर्यत पूर्ण करायची आहे. उदा. बेडूक असे ओरडून रुमाल हलवला तर सर्वांनी बेडकासारखे बसून उड्या मारत एका टोकापासून दुसऱ्या 'घरी' जायचे आहे. प्रथम आलेला 'बेडूक' जिंकेल.
३. साप, बदक, अळी, मासा, कुत्रा, कासव, ससा, कांगारू इ. प्राण्यांची चाल स्वतंत्र असते. ती नावे घेऊन शर्यत खेळा.
४. वेगवेगळे प्राणी एकत्र करून शर्यत घ्या. सापासारखे सरपटत जाणे, बदकासारखे बसून चालणे सोपे नसते हे लक्षात येईल. शर्यतीच्या वेळी त्या त्या प्राण्याचा आवाज काढणे सक्तीचे आहे.

पृथ्वीवरील १/३ पक्ष्यांच्या जाती स्थलांतर करतात. एकमेकांजवळ उडताना मोठा व्ही (V) असा आकार करून हजारो मैलांवरील विवक्षित जागी पक्षी पोचतात. या आकारात हवेचा विरोध टोकाशी जास्त तर दोन्ही बाजूंना कमी होतो. पुढे उडणाऱ्या जागी नेता असतो आणि आलटून पालटून तरुण दमदार पक्षी ही जागा घेतात. मागच्यांना तुलनेने उडणे सोपे जाते. काही पक्षी स्थलांतर करण्यापूर्वी एकत्र जमतात आणि त्यांचे प्रचंड मोठे थवे उडताना आकाश झाकोळून टाकतात. 'आर्क्टिक टर्न' नावाचा पक्षी उत्तर ध्रुवाजवळ आपले कुटुंब वाढवतो, अंडी घालतो आणि हिवाळ्यात २०,००० कि.मी. दक्षिणेकडे उडून ऑस्ट्रेलियाच्या दक्षिण किनाऱ्यावर वस्ती करतो. उडताना त्यांच्या थांबण्याच्या, विश्रांती घ्यायच्या जागा वर्षानुवर्षे त्याच राहतात.

५. ३/४ मुलांनी धावणे आणि १/४ मुलांनी 'अडथळा' बनून त्यांच्या मार्गात उभे राहून त्यांच्या पाठीवर थाप मारून ओला कागद चिकटवणे असा या शर्यतीत बदल करा. अडथळे एकाच जागी उभे राहतील आणि धावत येणाऱ्या प्राण्यांना कागद चिकटवण्याचा प्रयत्न करतील. हे चिकटवणे चुकवून आपले सुरक्षित घर प्राण्याने गाठले तर त्याचे स्थलांतर झाले, नाहीतर वाटेतच तो बाद झाला. स्थलांतर करताना प्रत्यक्षात अनेक अडथळे येतात आणि अनेक पक्षी, प्राणी मरतात.

थंडी सुरू झाली की पक्षी पृथ्वीवरील गरम भागात स्थलांतर करतात. थंडीमध्ये अन्न मिळणे कठीण जाते. दिवस लहान होतात म्हणून उजेड कमी वेळ असतो. पक्ष्यांना लवकर घरी परतावे लागते. अन्न मिळवण्यासाठी वेळ कमी मिळतो. शरीर गरम ठेवण्यासाठी पक्ष्यांना अधिक प्रमाणात ऊर्जा खर्चावी लागते. म्हणून पक्षी स्थलांतर करतात. थव्याने उडण्यामध्ये सुरक्षितता आहे हे त्यांना ठाऊक असते. मार्गावरील नद्या, डोंगर, जंगले इ. चे अस्तित्व ते खुणा म्हणून वापरतात. विशिष्ट दरीत वा तळ्याकाठी ते रात्रीचा मुक्काम करतात. सूर्याचे स्थान, पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण, हवामानातील दाब व तापमान यांतील बदल इ. चे त्यांना ज्ञान असते असे संशोधकांना आढळले आहे. अनेक पक्षी स्थलांतर करताना मृत्युमुखी पडतात. काही भरकटले जातात. धुके पडणे, चक्रीवादळ, जोरदार वारे यांमुळे त्यांचे दिशांचे ज्ञान चुकू शकते. प्रकाशाकडे जायचा त्यांचा गुणधर्म आहे. रात्रीच्या वेळी दीपगृह, उंच प्रकाशित इमारती यांकडे ते आकर्षित होतात आणि आपटून मरतात.

पक्ष्यांखेरीज इतर अनेक प्राणी उड्या मारत, पोहत, चालत ठरलेल्या विशिष्ट जागी स्थलांतर करतात. बेडूक उड्या मारत पावसाळ्यात डबकी गाठतात, तर उन्हाळ्यात अंडी घालण्यासाठी कोरड्या जागी काही मीटर स्थलांतर करतात. लॉब्सटर, कासवे, मासे यांच्या विशिष्ट जाती अंडी घालण्यासाठी ठरावीक किनाऱ्यावर येतात. काही साप थंड प्रदेशांतून हिवाळ्यात गरम प्रदेशांत सरपटत जातात आणि उबदार जागी अंडी घालतात.

पक्ष्यांची भाषा तुम्हांला येईल का?

पक्षी-प्राण्यांची भाषा आपल्याला यावी असे प्रत्येकाला वाटते. पण ते शक्य नाही. त्यांचा आवाज काढला तर ती तुम्हांला नक्कीच परत उत्तर देतात.

कृती :

१. वसंत ऋतूच्या आगमनानंतर कोकीळ पक्षी 'कुहूड' करू लागतो. हा आवाज आला की जवळपास जाऊन लपून बसा. अजिबात हालचाल करायची नाही. तुम्ही एकमेकांना दिसला नाहीत तरी चालेल.
२. 'कुहूड' असा तोंडाने आवाज काढा. लगेच त्याच आवाजात उत्तर येईल. मग स्वर वाढवून आवाज वाढवा. उत्तरादाखल आवाज वाढेल. असे करत वरचा आणि मोठा आवाज काढला तर कोकीळही तसाच वरचा आणि वाढता प्रतिसाद देईल.
३. एक मिनिट स्तब्ध राहा. तुमचा आवाज ऐकू येण्यासाठी तोच प्रथम सावकाश आवाज देईल. खेळ पुढे चालू ठेवा.
४. कित्येक प्राणी आणि विशेषतः पक्षी आवाजाला प्रत्युत्तर देतात. प्स... प्स... प्स... असा आवाज ठरावीक लयीत काढला तर पक्षी भुलतात आणि आपापला आवाज काढून उत्तर देतात.
५. तुमच्या आवाजाने पक्षी आकर्षित झाले तर ते उडून जवळ येतात, मान हलवून शोधू लागतात. झाडावरून, ज्या बाजूने आवाज येतो आहे त्या बाजूला टेहळणी करतात. आवाज काढत राहून त्यांची फिरणारी, शोधणारी नजर तुम्ही पाहू शकता.

पृथ्वीवरील पक्ष्यांपैकी फार थोडे पक्षी मानवी आवाजाची नक्कल करू शकतात. पोपट, काकाकुवा आणि काही आफ्रिकेत सापडणारे रंगीत पक्षी मानवी आवाज काढू शकतात. अनेक घरांत मालकाच्या आवाजात 'या बसा' म्हणणारा पोपट असतो. आफ्रिकेतील राखी रंगाच्या पोपटाने यासंदर्भात विक्रमच स्थापन केला आहे. तो सुमारे १००० शब्द उच्चारून दाखवू शकतो.



ऑस्ट्रीच म्हणजे शहामृग. पृथ्वीवरील हा सर्वांत मोठा पक्षी आहे. ३ मीटरपर्यंत उंची आणि १६० किलो वजन असलेला हा पक्षी उडू मात्र शकत नाही. हा ऑस्ट्रेलियात सापडतो. त्याचे अंडे १७ सें.मी. लांब, दीड किलो वजनाचे असते. अनेकदा अनेक माद्या एकत्र येऊन एकाच घट्ट्यात अंडी घालतात.

कीटकांनंतर सर्वांत जास्त दिसणारा प्राणी म्हणजे पक्षी. पक्षी सुंदर, डौलदार आणि निरीक्षण करण्यायोग्य असतात. आवाज काढून त्यांना बोलावणे आणि त्यांच्या संग्रहित हालचाली पाहणे आनंदाचे असते. पक्षिनिरीक्षण हा छंद रानावनात जाऊन करताना तासन्तास सरतात. प्स, प्स हा आवाज आई पक्षीण पिलाला बोलावण्यासाठी वापरते. जोडीदाराला आकृष्ट करण्यासाठीही हा आवाज पक्षी काढतात, असे संशोधक मानतात. आपल्या देशात राजस्थानचे भरतपूर, तामीळनाडूचे वेदांगमंडळ आणि इतर अभयारण्ये पक्ष्यांसाठी खास आरक्षित केलेली आहेत.

पेल्यातला कैदी

या प्रयोगात कीटकाचा आवाज त्याला पेल्यामध्ये बंदिस्त करून आपण ऐकू या.

साहित्य : कागदी पेला, पातळ कागद, रबरबँड, कागद, पेन्सिल.

कृती :

१. मधमाशी, भुंगा, पतंग, रातकिडा यांसारखा एखादा कीटक एका जागी बसल्यावर त्यावर पटकन कागदी पेला झाका.
२. बाजूला कागद पसरून हळूहळू न उचलता पेला त्यावर सरकवा. कीटक पेल्यात अडकला जाईल. कागद वर उचलून पेल्यावर रबरबँड बसवा.
३. हा पेला कानापाशी नेऊन हलवा. सुटकेसाठी आतील कीटक प्रयत्न करू लागेल. पेल्याच्या भिंतीवर, तोंडावर आपटून या आवाजाचे वर्धन होईल. असा आवाज तुम्हांला काढता येतो का? वेगवेगळे कीटक पकडून आवाज ऐका. त्यांतील साम्य व फरक शोधा.
४. मधमाशी पकडून आणा आणि खिडकीच्या बंद तावदानाजवळ पेल्यावरचे रबर- बँड काढा. मधमाशी बाहेर येईल आणि तावदानातून बाहेर जाण्यासाठी गोल फिरू लागेल.
५. कागद, पेन्सिल घेऊन मधमाशी कशी वर्तुळाकृती मार्गावर परत परत फिरते ते पाहा आणि काढा. लहान वळणे घेत माशी गोल, बंद कोयरी, काजू बीची जोडी असे तऱ्हेतऱ्हेचे मार्ग घेत उडते.
६. प्रयोग झाल्यावर न विसरता कीटक व माशी मुक्त करा.

बहुसंख्य माणसांना कीटक आवडत नाहीत. कारण ते चावत असल्यामुळे वेदना होतात, सूज येते, रोगराई पसरते. कीटक पिके खातात, साठवलेल्या धान्याचा नाश करतात. असे ते अनेक प्रकारे नुकसान करतात, पण कीटकांचे बरेचसे फायदेही आहेत. त्यांच्यामुळे वनस्पतींमध्ये फलधारणा होते. मेण, मध, रेशीम इ. उत्पादने त्यांच्यापासून मिळतात. मोठे कीटक लहान कीटकांना खातात आणि त्यांची संख्या मर्यादित ठेवतात. रानावनात राहणारे लोक काही कीटकांचा औषधी वापर करतात. तर आदिवासी लोकांमध्ये काही कीटक चक्क खाण्यायोग्य मानले जातात.

आपल्या नाचाच्या विशिष्ट गतीने, आकाराने मधमाश्या एकमेकांना संदेश पोचवतात. मधमाश्या पोळ्यात राहतात. एकत्र काम करतात. प्रत्येक पोळ्यात एक मोठ्या आकाराची राणीमाशी असते. ती सर्व काळ अंडी घालते. ३ ते ४ वर्षांनी पोळ्यातील पहिली राणीमाशी जाऊन दुसरी येते. २१ ते २४ दिवसांनी अंड्यातून मधमाशी बाहेर येते.

एका मधमाश्याच्या पोळ्यात हजारो कामकरी माश्या राहतात. त्यांतील काही शेकडा नर असतात. मादीचे प्रजनन करणे इतकेच त्यांचे काम असते. त्यांना नांगी नसते, त्यामुळे ते चावू वा अन्न मिळवू शकत नाहीत. त्यांचे संरक्षण इतर माश्या करतात. कामकरी माश्या पोळी बांधतात, मध गोळा करतात. त्यांना नांग्या असतात, या नांग्यांनी त्या पोळ्याचे संरक्षण करतात. प्रत्येक माशीला एकच नांगी असते. ती एकदाच वापरता येते. त्यानंतर माशी लगेच मृत्यू पावते. घाबरले वा डिवचले तरच माश्या चावतात. फुलाफुलांवर उडून मध गोळा करताना मधमाश्या फलधारणाला हातभार लावतात. सूर्याच्या स्थितीवरून त्या दिशा ओळखतात आणि विशिष्ट आकारात नाच करून मध कोठे आहे ते इतर माश्यांना सांगतात, असे संशोधकांनी शोधून काढले आहे.

माशीचे गूँऽऽ, रातकिड्याची किर्, पतंगाची भिर्भिर् इ. आवाज स्वस्थ राहून ऐका. सरावाने तुम्हांला नक्कल करता येईल.

पेल्यात पकडून कीटकाचा आवाज ऐकला की तो प्रत्यक्ष कीटकापेक्षा मोठा येतो. कीटक तोंडाऐवजी पंखाच्या हालचालीने कंपनी उत्पन्न करतात आणि आवाज येतो. पेल्यातील हवा, कागदावर पंखाचे आपटणे इत्यादी आवाज त्यात मिसळून, वर्धित होऊन तो आपणांस ऐकू येतो. डास वा गांधीलमाशीचा आवाज अगदी स्पष्ट, मोठा येतो. डास सेकंदाला ३०० वेळा पंख हलवतो. साधी माशी १९० तर मधमाशी २५० वेळा पंख हलवते.

प्राणिसृष्टीमध्ये खूपच नवलाई आहे. जरी डोके तुटले तरी झुरळ नऊ दिवस जिवंत राहू शकते, हे तुम्हांला ठाऊक आहे?

खेळ शिकारीचा

मांसाहारी प्राणी इतर प्राण्यांची शिकार करतात आणि त्यांना खातात. शिकारी आणि सावज दोघेही आपल्या कामासाठी खास कौशल्ये वापरतात. हा खेळ खेळू या आणि पाहू या काय गंमत येते ती.

साहित्य : रुमाल, कागद, चुरमुरे.

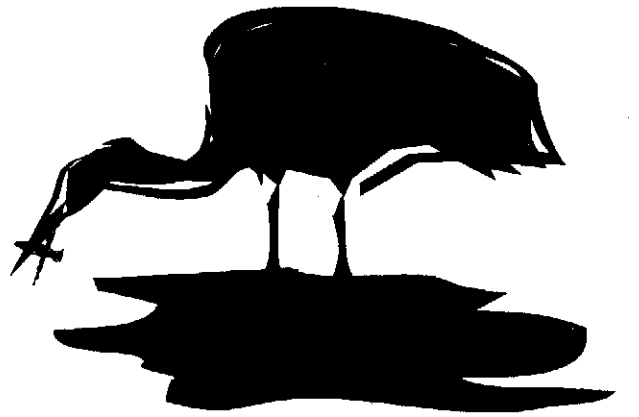
कृती :

१. कोल्हा आणि उंदीर - गोल करून सर्वांनी उभे राहावे. दोन मुले गोलात येऊन उंदीर आणि कोल्हा बनतील. दोघांच्या डोळ्यांना रुमाल बांधा. कोल्हाने आणि उंदराने फक्त तोंडाने त्या त्या प्राण्याचा आवाज काढायचा. कोल्हाने उंदराला पकडायचा प्रयत्न केला तर उंदराने कोल्हापासून बचाव करायचा प्रयत्न करायचा. गोलाकार उभे राहिलेल्या मुलांनी त्यांना गोलाबाहेर जाऊ द्यायचे नाही. तीन ते पाच मिनिटे वेळ देऊन शिकारी जिंकतो की सावज याचा निर्णय करा. आवाज ऐकून आपले संरक्षण करणे, सावजाच्या दृष्टीने महत्वाचे असते, नाहीतर शिकारी सावजाला ठार मारून फस्त करतो. शिकारी सावज हेरून आपली चाहूल लागू न देता झडप घालायचा प्रयत्न करतो. सावज सतत सावध राहून दूर पळते.

शिकारी प्राण्यांमध्ये आपले भक्ष्य पकडण्यासाठी खास कौशल्ये असतात, नाहीतर त्यांना उपाशी राहावे लागेल. बगळे स्वस्थ राहून पाण्यातील माशाचा वेध घेतात आणि पटकन मान वाकवून लांब चोचीने एका झटक्यात मासा पकडतात. पक्ष्यांची नजर तीक्ष्ण असते. उडताना उंचावरून त्यांना जमिनीवरील कीटक, अळ्या दिसतात. झेप घेऊन खाली येऊन तेवढेच उचलून पक्षी परत उडून जातात. सिंह, घुबड यांचे डोळे मोठे आणि वरच्या बाजूला असतात. त्यामुळे त्यांना आपल्या सावजाचा माग चांगल्या रितीने काढता येतो. आपला जीव वाचवण्यासाठी प्राणीही डोळे आणि कान सतत सावध ठेवतात. उंदीर, खार, हरीण यांचे डोळे डोक्याच्या दोन्ही बाजूच्या टोकापर्यंत पसरलेले असतात. त्यामुळे कोणत्याही कोनातून शिकारी जवळ आलेला त्यांना दिसू शकतो.

घुबड हा मांसाहारी प्राणी आहे. कीटक व उंदरासारखे प्राणी खाताना घुबड संपूर्ण कीटक व प्राणी गिळते. कीटकांचा व प्राण्यांचा सांगडा व कातडी त्यांना पचत नाही. खाऊन झाल्यावर बारा तासांनी घुबड खोकून हाडांचा आणि कातडीचा गोळा उलटून टाकते. ४ ते ८ सें.मी. लांब आणि २ ते २॥ सें.मी. व्यासाचे हाडेकातडीचे हे काळसर रंगाचे गोळे जुनाट इमारती, घुबड राहणारे मोठे वृक्ष अशा जागी सुकलेल्या अवस्थेत आढळतात.

२. कागदावर चुरमुरे ठेवून प्रत्येकाने दोन हात, दोन पाय टेकून हरणासारखे बसा. मग आपापल्या समोर ठेवलेल्या कागदावरचे चुरमुरे हात न लावता तोंडाने खा. एक जण बाजूला उभे राहून खूण करील. ती पाहून चरणाच्या हरणांनी धावत जाऊन ठरावीक गोलात उभे राहायचे आहे. हा गोल म्हणजे सुरक्षित जागा आहे. गोलांची संख्या मुलांपेक्षा एक वा दोनने कमी ठेवा. म्हणजे प्रत्येक वेळी दोन हरणांची 'शिकार' होईल. रुमाल हलवणे, बोट वर करणे असा संकेत आवाज न करता केला जावा. खात असताना अशा संकेताकडे लक्ष देणे सोपे जात नाही. हरणाचे कान त्यासाठी सतत सावध असावे लागतात, घ्राणेंद्रियही जागृत ठेवावे लागते. गवताळ कुरणात चरताना वा पाणथळ जागी पाणी पिताना सावज बेसावध होते हे ओळखून शिकारी प्राणी त्या जागी हल्ला करतात.



हत्तीला पिल्लू व्हायला किती काळ लागतो?

प्राणिशास्त्र या जीवशास्त्राच्या शाखेमध्ये सर्व सजीव प्राण्यांचा अभ्यास केला जातो. प्राण्यांच्या पेशींची रचना, कार्य यांसारख्या सूक्ष्म भागापासून प्राण्यांचे जैविक, मानसिक, उत्क्रांतिदर्शक बदल आणि परिसरसंबंध या सर्व पैलूंचा अभ्यास या शास्त्रशाखेत केला जातो.

सजीव आणि निर्जीव यांमधील फरक नोंदण्यासाठी पाच मूलभूत गोष्टींचा आधार घेतात. १. अन्न मिळवणे, वापरणे, २. प्राणवायू आत घेणे (श्वसन), ३. टाकाऊ पदार्थ शरीराबाहेर टाकणे (उत्सर्जन), ४. वाढ होणे, ५. उत्सर्जन करणे. सजीव प्राण्याची वीट म्हणता येईल अशी पेशी संपूर्ण सजीव असते.

पक्षी फुलपाखरे खातात. एका विशिष्ट जातीची फुलपाखरे ते खात नाहीत; कारण अळी अवस्थेत असताना ही फुलपाखरे ज्या वनस्पती खातात, त्यांची चव पक्ष्यांना आवडत नाही.

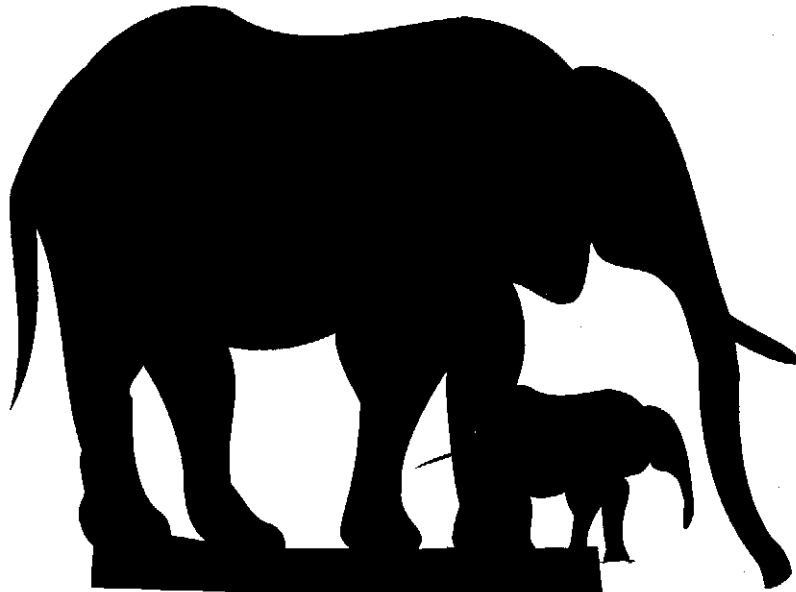
शास्त्रज्ञांनी प्राण्यांचे वर्गीकरण वेगवेगळ्या दहा विभागांत केले आहे. प्रत्येक भागाचे पुढे उपविभाग केले आहेत. १. एकपेशीय प्राणी (प्रोटोजुआ) अथवा आदिजीव, अमीबा, २. रंध्रे असलेले बहुपेशीय (पॉरिफेरा) : स्पंजसारखे प्राणी यांत

येतात, ३. जलचर अपृष्ठवंश (सिलेंट्रेटा) : जेलिफिश, ४. चपटकृमी (प्लॅटीहेल्मिन्थिस) : टेपवर्म, ५. गोल कृमी (नेमॅटोडा) : जंत, ६. मृदुकाय (मोलुस्क) : यांच्यावर कडक आवरण असते, गोगलगाय, शिंपले, ७. वलयांकित कृमी (अॅनिलिडा) : गांडूळ, जळू, ८. संधिपाद (आर्थ्रोपोडा) : खेकडे, ९. कंटकचर्मी अथवा काटेरी त्वचेचे प्राणी (एकॅनेडमेटा) : स्टारफिश, १०. पृष्ठवंशीय (कोर्डॅटा) : पृष्ठवंशीय प्राण्यांचे पाच उपविभाग आहेत. त्यांतील सस्तन प्राण्यांमध्ये (मॅमल्स) मानवाचा समावेश होतो.

माणसाचे मूल जन्माला येण्यासाठी नऊ महिने घेते. कुत्र्याची पिले दीड महिन्यात तर उंदराची एका महिन्यात जन्मतात. घोड्यांना अकरा महिने, तर हत्तीचे पिल्लू वीस महिन्यांहून अधिक वेळ घेते.

मांजर फेकले की नेहमीच चार पायांवर पडते. मांजरे चपळ असतात आणि त्यांची तोल राखण्याची क्षमता सर्वात जास्त असते. त्यासाठी त्यांच्या अंतर्कर्णामध्ये खास मज्जापेशी असतात. तोल राखण्यात शोपटीची हालचाल देखील त्यांना मदत करते.

काही प्रकारचे भुंगे (बीटल्स) हे नैसर्गिक सफाई कामगार आहेत. कार्पेट बीटल हा भुंगा सर्व प्रकारचे मृत, सजीव भाग खातो; इतर प्राणी खात नाहीत ते केस, त्वचा असे भागही हा किडा फस्त करतो. फक्त हाडे कठीण असतात म्हणून तो खाऊ शकत नाही. लोकर,सूत, तागापासून बनलेले कपडे नैसर्गिक धाग्याचे असतात. म्हणून ते बीटल्स खातात.



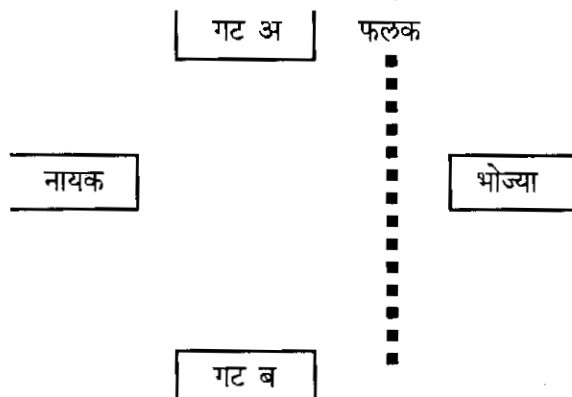
ओळखा पाहू मी कोणता प्राणी?

पाठीचा कणा असलेले म्हणजे पृष्ठवंशीय प्राणी. या प्राणिसंघाचे पाच गट आहेत. खालील खेळाच्या साहाय्याने पाचही भागांतील प्राण्यांचे गुणधर्म शिकता येतील.

साहित्य : प्रत्येक गटातील प्रातिनिधिक प्राण्याचे चित्र, पुढ्या, कागद, कात्री, चिकटपट्टी, पेन्सिल, फलकासाठी कामट्या.

कृती :

- पृष्ठवंशीय प्राण्यांचे पाच गट आणि त्यांतील प्राणी दिले आहेत. कागदावर प्राणी, त्याचे आणि गटाचे गुणधर्म लिहून पुढ्यावर चिकटवा. कामटीला जोडून फलक तयार करा. खेळाडूंच्या वयावर माहितीची सखोलता अवलंबून असावी. १) मासे (फिश), २) सरपटणारे प्राणी (रेप्टाईल) : साप, कासव, ३) जलस्थलचर प्राणी (अँफिबियन) : बेडूक, ४) पक्षी (बर्ड्स) : कावळा, शहामृग. ५) सस्तन प्राणी (मॅमल्स) : खार अथवा हरीण.
- सर्व खेळाडूंना एकत्र बसवून प्रथम पाचही गटांतील प्राण्यांचे विशिष्ट गुणधर्म समजावून सांगा. चर्चा करा. प्राणी सांगितला तर त्यांना गट ओळखता यावा; गुणधर्मांवरून प्राणी आणि गट ओळखता यावा.
- फलक मैदानावर ओळीत ठेवा. खेळाडूंचे दोन गट करा. एक मुलगा नायक असेल. दोन्ही गट फलकांपासून समान अंतरावर एकमेकांसमोर उभे करा. फलकांच्या मागे ठरावीक अंतरावर भोज्या असेल. खालील आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे रचना करा. प्रत्येक गटातील खेळाडूंना १, २, ३, ... असे आकडे द्या. खेळाडूने आपला आकडा लक्षात ठेवायचा आहे.



- खेळ सुरू करणाऱ्या गटनायकाने प्रथम प्राण्याचे गुणधर्म सांगून वर्णन करावे, त्यावरून प्राणी ओळखून मुलांनी प्राण्यांचा गट ओळखावा. साधारण अशी वाक्ये असतील : मी गरम रक्ताचा प्राणी असून माझ्या अंगावर पिसे आहेत. मी अंडी घालतो आणि पाण्यात राहतो, तसेच जमिनीवरही राहू शकतो. अशा दोनतीन वाक्यांत प्राण्याचा गट ओळखता येतो. त्यानंतर नायकाने एक आकडा उच्चारला की त्या क्रमांकाचा खेळाडू धावत जाऊन फलक उचलेल आणि भोज्याच्या दिशेने धावत जाईल. दुसऱ्या गटातील त्याच क्रमांकाचा खेळाडू त्याला पकडण्याचा प्रयत्न करील. पकडण्यापूर्वी पहिल्याने भोज्याला शिवायचे आहे.
- योग्य फलक उचलून भोज्याला शिवणाऱ्या गटाला दोन गुण मिळतील. फलक उचलून धावताना दुसऱ्या गटातील खेळाडूने पकडले तर एक गुण. चुकीचा

केवळ '०' (शून्य) एवढ्याच आकड्याच्या जागेतून आरपार पोहू शकणारा मासा ही कल्पना खरी वाटते का? हिंदी महासागरात 'टिमेंटॉन नानस' नावाचा मासा जगातील सर्वात लहान मासा आहे. तो जगातील सर्वात लहान पृष्ठवंशीय प्राणीही आहे.

पृष्ठवंशीय प्राण्यांमध्ये पाठीचा कणा आणि त्याला जोडून शरीराचा सांगाडा असतो. त्यांच्या पाच गटांपैकी मासे, जलस्थलचर आणि सरपटणारे प्राणी थंड रक्ताचे असतात. तर पक्षी आणि सस्तन प्राणी गरम रक्ताचे असतात. मासे पाण्यात विरघळलेला प्राणवायू कल्याच्या साहाय्याने आत घेऊन श्वसन करतात. काही माशांना फुफ्फुसे असतात. सर्व मासे पाण्यात अंडी घालतात. पाण्यात पोहण्यासाठी त्यांना कल्ले आणि शेपटीचा उपयोग होतो. माशांना डोक्यावर दोन बाजूला डोळे असल्याने दृष्टीचा जास्त विस्तार होतो. बहुतांश माशांच्या सर्वांगावर खवले असतात.

जलस्थलचर प्राणी जन्मानंतर काही काळ पाण्यात राहतात. पूर्ण वाढ झाली की त्यांचे जीवन जमिनीवर व्यतीत होते. त्यांची कातडी मऊ, गुळगुळीत असते. त्वचेतून ते श्वसन करतात. पाण्यात असताना ते कल्ले, फुफ्फुसे श्वसनासाठी वापरतात. अंड्यातून बाहेर आल्यावर बेडकाला 'टॅडपोल' या अवस्थेत माशासारखे शेपटी, कल्ले असतात. पाण्यातच ते वाढतात. ठरावीक दिवसांनी शेपटी नाहीशी होते, पाय फुटतात आणि पूर्ण बेडूक तळ्याबाहेर येतो.

केसांमुळे सस्तन प्राणी उबदार राहतात. शरीराच्या लगतची लव मऊ, दाट आणि बारीक केसांची असते. त्यामुळे शरीरातील उष्णता बाहेर जाण्यास प्रतिबंध होतो. केस हे उष्णतेचे मंदवाहक आहेत. त्यावरील जाड केसांची लव शरीर कोरडे ठेवते. काही प्राण्यांमध्ये या बाहेरच्या थरामुळे त्वचा गुळगुळीत, चमकदार दिसते. (हरीण, झेब्रा)

उंदीर, पाल, झुरळ यांसारख्या आकाराने लहान प्राण्यांमध्ये पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण वेगाचा परिणाम नगण्य असतो. ३ हजार फुटांवरून खाली पडला तरी उंदीर लहानसा धक्का बसल्यासारखा क्षणभर स्तब्ध राहतो आणि लगेच तुरुतुरु पळू लागतो. मोठी घूस वा कुत्रा नक्कीच मरेल. माणूस पडला तर हात, पाय, डोके इ. फुटून तुकडे होतील. घोड्याची तर शेकडो शकले होऊन लांबवर पसरतील.

प्राणी उचलून भोज्या गाठला तर उणे दोन गुण आणि त्यापूर्वी पकडला गेला तर उणे एक. गुणधर्मांवरून गट स्पष्ट झाला नाही तर दोघांनाही दोन गुण मिळतील.

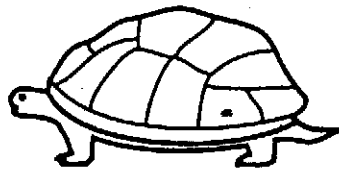
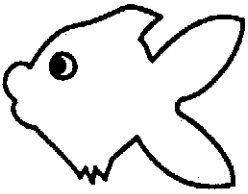
६. प्रत्येक धावेनंतर फलक परत जाण्यावर ठेवा. कितीही वेळा हा खेळ खेळता येतो.

सस्तन प्राण्यांना केस असतात. इतर पृष्ठवंशीय प्राण्यांप्रमाणे अंडी न घालता ते पूर्ण जीव जन्माला घालतात. पिल्ले काही काळ तरी त्यांच्यावर पूर्णतया अवलंबून असतात. त्यांचा मेंदू चांगलाच विकसित असतो. त्यांच्या शरीराचा चयापचय (मेटॅबोलिझम) इतर प्राण्यांपेक्षा वेगवान असतो. हृदयाच्या स्पंदनामुळे रक्तपेशी शरीरभर फिरतात आणि सर्व अवयवांना प्राणवायू पुरवतात. त्यांच्या शरीरात श्वासपटल असते त्यामुळे जास्त प्राणवायू शरीरात घेणे त्यांना शक्य होते.

सरपटणाऱ्या प्राण्यांना खवले असतात. त्यांतील काही जमिनीवर तर काही पाण्यात राहतात. समुद्री कासवे पाण्यात भरभर पोहतात; कारण त्यांच्या पायाची बोटे बदकासारखी पडद्याने जोडलेली असतात. त्यामुळे त्यांना जमिनीवर चालताना कष्ट होतात. जमिनीवरील कासवे बाकी सारखी असली तरी पायांना पडदे नसल्यामुळे जमिनीवर भराभरा चालू शकतात. साप, पाली, सरडे, मगरी, सुसरी, कासवे इ. सरपटणाऱ्या प्राणिगटात मोडतात.

गरम रक्ताच्या प्राण्यांच्या शरीराचे तापमान तेवढेच राहते. तापमान राखण्यासाठी त्यांना जास्त ऊर्जा लागते व जास्त अन्न खावे लागते. थंड रक्ताचे कीटक वा सरपटणारे प्राणी यांचे तापमान परिसराइतके राहते. माशाचे तापमान तो पोहत असलेल्या पाण्याइतके असते. हवामानाप्रमाणे परिसराचे तापमान बदलले की या प्राण्यांचे तापमान बदलते. गरम हवेत हे प्राणी जास्त हालचाल करतात, तर थंडीमध्ये निपचीत पडून राहतात.

पक्षी आणि सस्तन प्राणी गरम रक्ताचे असतात. पक्ष्यांना पिसे असतात त्यामुळे शरीर हलके होते. पंखांमुळे ते उडू शकतात. पेंग्वीन, शहामृग, किवी, एमूसारखे पक्षी पंख असले तरी जड शरीरामुळे उडू शकत नाहीत. पक्ष्यांची हाडे पोकळ वा अर्धपोकळ असतात. म्हणून सस्तन प्राण्यांच्या तुलनेत ते वजनाने हलके असतात. उडण्यासाठी जास्त ऊर्जा खर्च होते म्हणून पक्षी जास्त अन्न खातात.



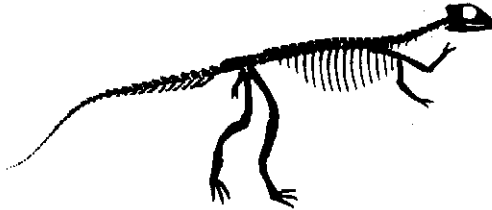
डायनोसोरचा नमुना कसा बनवाल?

जुरासिक पार्क या चित्रपटामुळे सर्वसामान्य माणसांना डायनोसोर या महाकाय प्राणिगटाची ओळख झाली. कोट्यवधी वर्षांपूर्वी हे प्राणी पृथ्वीवर होते. त्यांचे अवशेष जीवाश्मांच्या स्वरूपात खडकांत आढळले आहेत. आज ते नामशेष झाले आहेत. अशा प्राण्याच्या सांगाड्यांचे नमुने बनवा.

साहित्य : प्लॅस्टिकचे आवरण असलेली तार, कात्री, कागद, गोंद, रंगीत पेन्सिली.

कृती :

१. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे तारेचे तुकडे वळवून महाकाय प्राण्यांचे सांगाडे बनवा. प्रथम पाठीचा कणा करा. मग योग्य आकाराच्या दोन टोकांना गोल वा लांबट डोके आणि शेपटी बनवा.
२. दुसरे लहान तुकडे गाठी मारून बरगड्या आणि पाय करा. आणि योग्य जागी खुणा करून पाठीच्या कण्याला जोडा. या तारा हव्यातशा वाकवता वा सरळ ठेवता येतात.
३. मधेमधे जाड कागद कापून, रंगवून चिकटवा. त्यामुळे हे प्राणी आकर्षक बनतील.



फॅब्रोसोरेड
लांब शेपटी,
लांब हात,
लहान कंबर



स्पिनोसोटेड
उभ्या
काट्यासारख्या
उंच बरगड्या



कार्नेसोर
मोठी कवटी,
लहान मान,
जाड शेपटी



सोरोपोड
लहान डोके,
जाड पाय,
लांबलचक मान

उत्क्रांतीच्या संकल्पनेप्रमाणे आजचे सर्व प्राणी हे आदिजीवापासून बदल होत बनलेले आहेत. त्या दृष्टीने सस्तन प्राणी हे कालरेषेवरील सर्वात अलीकडचे आहेत. प्राण्यांच्या पेशीरचनेमध्ये फार फरक नसतो. काही जीव न बदलता तसेच राहतात, तर काहींमध्ये अनुकूल बदल घडतात आणि नवनवे प्राणी तयार होतात. माकडापासून बदल होत, उत्क्रांती होत माणूस बनला, पण सर्व माकडांच्या प्रजातीत बदल घडले नाहीत. प्राण्यांमध्ये जी विविधता आढळते ती उत्क्रांतीच्या संकल्पनेशी सुसंगत आहे.

२० कोटी वर्षांपूर्वी डायनोसोर गटात येणाऱ्या महाकाय प्राण्यांचे अस्तित्व पृथ्वीवर होते, असे पुरावे खडकांच्या थरांत मिळाले आहेत. साडेसहा कोटी वर्षांपूर्वी ते नाहीसे झाले. जीवाश्म, पायाचे ठसे, अंडी इत्यादींच्या अभ्यासावरून सुमारे १०० पेश्या जास्त प्राण्यांचे या गटात अस्तित्व सिद्ध होते. सर्वात मोठे २७ मीटर लांब तर काही एखाद्या लहान कोंबडीइतके असे त्यांचे विविध आकारमान होते. काही सरपटत होते. पण यांतील कुणालाही उडता येत नव्हते. काही शाकाहारी होते तर काही मांसाहारी होते. मोठे प्राणी चार पायांवर चालत तर लहान आकाराचे प्राणी दोन पाय आणि शेपटीचा वापर करत. ते का नामशेष झाले याची कारणे नक्की ठाऊक नाहीत. हवामान, भूगोलातील, परिसरातील बदल यांच्याशी त्यांना जुळवून घेता आले नाही. एक मोठी उल्का आदळून हे बदल अकस्मात घडले आणि त्या बदलाशी या प्राण्यांना पटकन जुळवून घेता आले नाही, म्हणून ते नामशेष झाले अशी एक संकल्पना आहे.

चार्लस डार्विनने उत्क्रांतिवाद एकोणिसाव्या शतकात मांडला. त्यामध्ये प्राण्यांचे अस्तित्व टिकण्यासाठी त्यांच्यामध्ये बदल घडण्याची क्षमता असली पाहिजे, असा एक नियम आहे. परिसरामध्ये हळूहळू किंवा अचानक बदल घडतात, तेव्हा त्या स्थितीशी अनुकूल असे बदल प्राण्यांमध्ये होतात. जे प्राणी बदलत नाहीत ते नामशेष होतात. एकाच गटातील प्राणी दोन ठिकाणी असतील तर त्यांत होणारे बदल भिन्न असतात. उदा., ध्रुवीय अस्वले बर्फात राहतात म्हणून पांढरी आणि लांब केसाची असतात, तर विषुववृत्तावरील अस्वले काळी आणि तुलनेने कमी केसाळ असतात.

ठशांवरून प्राणी ओळखा

जंगलामध्ये नैसर्गिक मुक्त अवस्थेत प्राणी दिसणे कठीण असते, पण त्यांच्या हालचालीच्या खुणा पायांच्या ठशांच्या साहाय्याने ओळखता येतात. या ठशाची प्रतिकृती बनवा.

साहित्य : पातळ पुढा, कात्री, टेप, अंगाची पावडर (टाल्कम), साधे मलम (व्हॅसलिन), प्लॅस्टर ऑफ पॅरिस, पाणी, भांडे, चमचा, कागद, चाकू, बटाटे, गोंद.

कृती :

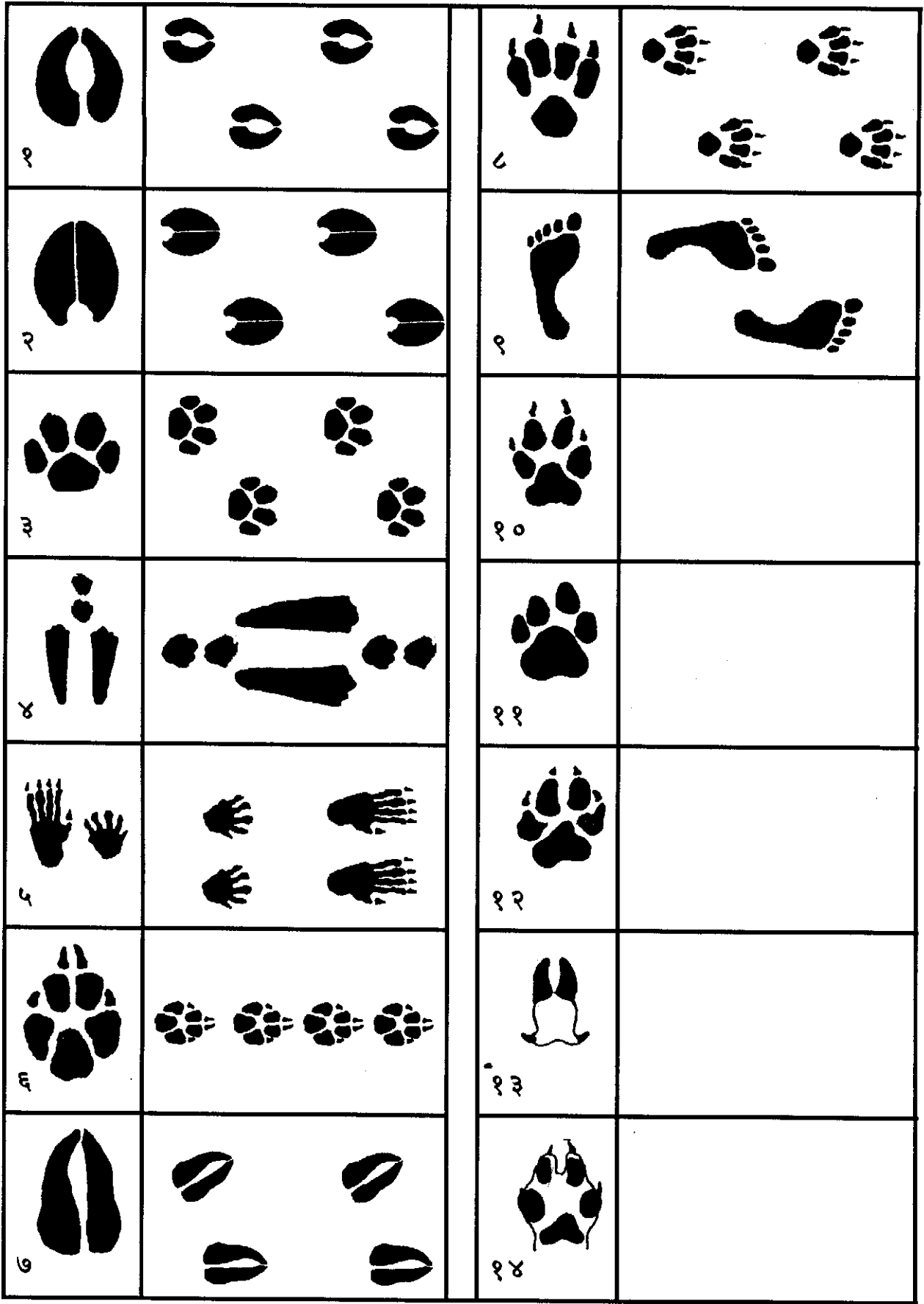
- ही कृती प्रत्यक्ष जागेवर जाऊन करायची आहे. शेतातील वाटा, तळ्याकाठचा ओलसर चिखल, एकांत समुद्रकिनारे, नदीकाठ, गावाबाहेरच्या झाडाझुडपांचे तळ, जंगलातील डबकी अशा जागी प्राण्यांच्या पायांचे ठसे आढळतात. एखाद्या पाण्याच्या साठ्याकडे जाणाऱ्या पायवाटेवरील भुसभुशीत जागा शोधून ती संध्याकाळी पाण्याने ओली करा. सकाळी जाऊन पाहा, एखाद्या प्राण्याच्या पायांचे ठसे दिसतील.
- प्रथम या ठशांचे निरीक्षण करा. शेजारी दिलेले नमुने पाहून प्राणी ओळखता येतो का पाहा. प्राणी किती पायांचा आहे? पुढचे-मागचे पाय एकाच प्रकारचे ठसे देतात का? ठशांची लांबी, रुंदी, खोली पाहा. त्यावरून प्राण्याच्या आकाराचा आणि वजनाचा अंदाज करा. नखे-बोटांतील अंतर पाहा. ठशावरून प्राणी चालत, पळत वा उड्या मारत आला हे कळू शकते. कोठून आला आणि कोणत्या दिशेने गेला याचा अंदाज करा.
- एक सें.मी. खोलीचा स्पष्ट ठसा निवडा. माती न सरकवता पाने, काडीकचरा दूर करा. त्यावर थोडी पावडर टाका. आठ सें.मी. उंच आणि ठसा पूर्ण परिमितीत येईल असा पुड्याच्या पट्टीचा पोकळ गोल करा. तो चिकटवून पक्का करा. पुड्याला आतून व्हॅसलिन लावा. तो ठशाभोवती ठेवून जमिनीत रुतवा. ठशावर थोडी टाल्कम पावडर टाका.
- भांड्यामध्ये प्लॅस्टर ऑफ पॅरिसमध्ये पाणी मिसळून जाड मिश्रण बनवा आणि पुड्यामध्ये चार सें.मी. उंच थर ओता. २० मिनिटांत मिश्रण घट्ट होईल. पुड्यासकट सावकाश उचला आणि उलट करा. चौवीस तास वाळू द्या. ठशाच्या उलट प्रतिठसा उमटलेला दिसेल.
- प्रतिठशापासून ठसा बनविण्यासाठी त्यावर थोडे व्हॅसलिन फासा. प्लॅस्टर ऑफ पॅरिसचे मिश्रण बनवून पुड्याचा गोल पूर्ण भरेल इतके त्यावर ओता. चांगले वाळले

की एकमेकांत चपखल बसलेला ठसा आणि प्रतिठसा व्हॅसलिनच्या थरामुळे सहज स्वतंत्र होतो. पुढा काढून टाका. ठसा स्पष्ट उमटलेला दिसेल.

- बटाटा कापून त्याची जाड चकती घ्या. पुढच्या पानावर दिलेल्या ठशांपैकी एखादा ठसा त्यावर चाकूने कोरा. सरावाने हुबेहूब ठसा बनवता येतो. या ठशाला रंग वा शाई फासा आणि कागदावर दाबून ठसा उमटवा. भेटवस्तू गुंडाळायचा कागद, वह्यांची वेष्टने, भेटकार्डावरील नक्षी म्हणून हा ठसा वापरता येतो.



मऊ जमिनीवर चालताना प्राण्यांच्या पायाचे ठसे उमटतात. त्या ठशांचा माग काढला तर प्राण्यांची हालचाल समजू शकते. सोबत इतर खुणा म्हणजे पिसे, केस, विष्टा इ. असल्या तर प्राणी नक्की करता येतो. वाळू वा घट्ट मातीत ठसे स्पष्ट उमटत नाहीत. पण पाणथळ जागी, मऊ जमिनीवर स्पष्ट दिसतात. पुढचे पाय लहान आणि मागचे मोठे असे ठसे दिसले तर खार, बेडूक, सॅलामांडरसारखे प्राणी आहेत. प्राणी उड्या मारत गेला, तर मागच्या पायाचे ठसे स्पष्ट मोठे खोल आणि पुढचे हलके, लहान दिसतात. असे ठसे आजूबाजूला (शेजारी) असले तर झाडावर राहणारी खार आणि पुढेमागे असले तर जमिनीवरील उंदीर, घूस आहे. सस्तन प्राण्यांच्या पायाचा आकार साधारण सारखा असतो. पण काहीना अणकुचीदार नख्या असतात, तर काहीना साधी नखे. काही प्राणी चालताना पुढील बोटांवर जोर देतात, तर काही मागच्या टाचांवर जोर देतात, त्याप्रमाणे ठसे बदलतात. मांजर उभे राहिले तर नख्या उमटतात, पण पळताना नखे आत ओढून घेतल्यामुळे नखांचे ठसे उमटत नाहीत. कुत्री, लांडगे यांच्या नख्या (क्लॉज) स्पष्ट दिसतात. प्राणी उड्या मारत गेला तर जमिनीवर जोर दिल्यामुळे ठशाभोवती माती सरकलेली दिसते.



मुंग्यांचे राज्य

मुंग्या सर्वत्र आढळतात. गटाने राहणाऱ्या या मुंग्यांचे चवीचे ज्ञान अगदी सूक्ष्म असते ते या प्रयोगाने पाहू या.

साहित्य : साखर, कृत्रिम साखर (सॅकरिन) दोन लहान बाटल्यांची झाकणे, पेल्ले, चमचा, पाणी, घड्याळ.

कृती :

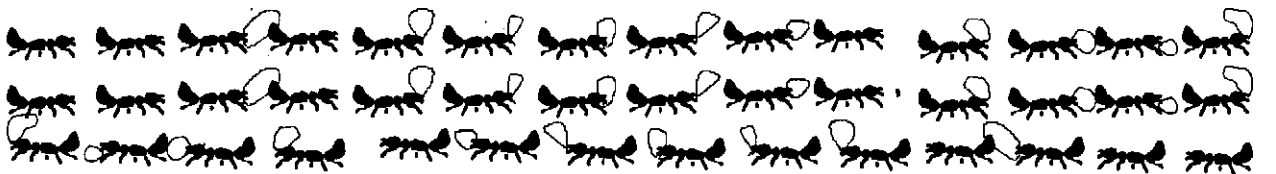
१. पेल्यात थोडे पाणी घेऊन त्यात चमचाभर साखर घाला. चमच्याने ढवळून दाट पाक बनवा. दुसऱ्या पेल्यात थोडे पाणी घेऊन सॅकरिनचे चार-पाच थेंब टाका. दोन्ही द्रव पत्र्याच्या झाकणात ओतून त्यावर खुणा करा. म्हणजे कोणत्या झाकणात कोणता द्रव आहे हे तुम्हांला कळेल. मुंग्या असलेल्या जागी ही झाकणे ठेवा. दोन्ही झाकणांकडे मुंग्या लगेच आकर्षित होतील. पण थोड्या वेळाने खरी साखर असलेल्या झाकणाकडे मुंग्यांची संख्या वाढेल, तर दुसऱ्या झाकणावरील कमी होईल. पटकन झाकण उचला. स्वसंरक्षणासाठी मुंग्या धावत सुटतील.

२. एक मुंगी दिसेल तिथे खूण करा आणि घड्याळ वापरून दहा मिनिटे तिचा पाठलाग करा. वाटेत एखादा दगड वा काटकी अडथळा म्हणून ठेवा. मुंगी थांबून वरून चढून वा वळसा घालून जाईल. उन्हाचा भाग येताच तिचा वेग वाढेल. फार वेळ पाठलाग केला तर वारूळापर्यंतही पोचाल. इतर मुंग्या वाटेत भेटल्या तर मैत्रिणी भेटल्यासारख्या त्या कशा थांबतात आणि मग पुढे जातात पाहा. ओळीने शिस्तीत जाणारी मुंग्यांची रांग पाहा. दहा मिनिटांत तिच्या आकारमानाच्या मानाने तिने किती अंतर प्रवास केला पाहा. दोन मिलिमीटर लांबीच्या मुंगीने जितकेपट अंतर कापले

जिभेचा उपयोग मुंगीइतक्या सक्षमतेने इतर प्राणी करत नाहीत. मुंग्या, मधमाश्या, गांधीलमाश्या यांना एक केसासारखा धागा असतो आणि त्याच्या टोकाशी मज्जापेशींचा गुच्छ असतो (अँटेना). त्याच्या साहाय्याने त्यांना चव कळते. फुलपाखरांच्या पायाच्या सांध्यात चवीची केंद्रे असतात. साध्या माश्यांच्या पायात चव ओळखणाऱ्या पेशी असतात म्हणून त्या पदार्थाभर चालतात. बेडकाच्या गालावर, ओठावर चवीची केंद्रे असतात तर समुद्रातील माशांना कल्ल्यावर वा शेंपटीत असतात.

आहे, तितके तुमच्या उंचीच्या प्रमाणात किती होईल? आकडा पाहून आश्चर्य वाटले ना?

प्राण्यांना ऊर्जेसाठी अन्न खावे लागते. साखरेत ऊर्जा जास्त प्रमाणात असते, त्यामुळे मुंग्या साखरेच्या कणांकडे आकर्षित होतात. सॅकरिन आणि साखरेची चव माणसांना सारखीच लागते. पण मुंग्यांना खऱ्या साखरेतून जास्त ऊर्जा मिळते याचे ज्ञान असते, म्हणून त्या लगेच सॅकरिन सोडून खऱ्या साखरेच्या झाकणाकडे गर्दी करतात. मुंग्या आपल्या वजनाच्या पन्नासपट वजन उचलू शकतात. तापमानातील बदल ओळखू शकतात. त्या गटाने राहतात, काम करतात. एकमेकींशी संपर्क साधतात. समोर आल्या तर खाद्य कुठे आहे याची एकमेकांना माहिती देतात. बहुसंख्य मुंग्या चावत नाहीत. काहींना मात्र स्वसंरक्षणासाठी नांग्या असतात, त्यातून त्या विष फवारतात. सैनिक मुंग्या शिस्तीत कवायत करत एखाद्या मोठ्या अर्धमेल्या प्राण्यावर हल्ला करून त्याला मारून टाकतात आणि खाऊन टाकतात.



अळ्यांची शर्यत लावताय?

हिरव्या अळ्या भराभरा सरपटतात. पाचसहा अळ्या पकडा आणि त्यांची शर्यत लावून पाहू या तर कोण जिंकते.

साहित्य : अळ्या, रिकाम्या काड्यापेट्या, फरशीवर आखलेल्या रेषा.

कृती :

- प्रत्येकाने एकेक अळी (कॅटरपिलर) पकडून शर्यत लावली तर आणखी गंमत येईल. अळ्या शोधणे तसे सोपे असते. झुडपे, रोपे यांचे नीट निरीक्षण करा. पाने कातरलेली, भोके पडलेली असली तर जवळपास नक्की अळी सापडते. पाने उलटी करून पांढरट पूड दिसली तरी अळ्या जवळपास असतात. काडी वापरून अळी उचलून काडेपेट्यात ठेवा किंवा काडेपेट्याच्या आतली डबी अळीवर पालथी घालून वरून सावकाश वरची चौकट सरकवा, म्हणजे अळी काडेपेट्यात बंद होईल. सुरवंत मात्र पकडू नका. चुकून स्पर्श झाला तर खूप वेळ खाज येत राहते व तो भाग सुजतो. हिरव्या गुळगुळीत अळ्या सहज पकडता येतात.
- एक सुरुवात आणि एक शेवट अशा दोन रेषा फरशीवर आखून घ्या. काडेपेट्यातील अळी सुरुवातीला या रेषेवर ठेवून एकदम स्वतंत्र करा. तुमच्या अळीने योग्य दिशेने सरकून शर्यत जिंकावी म्हणून समोर एखादे हिरवे पान ठेवा आणि ते योग्य दिशेने सरकवत राहा. पान खाण्यासाठी अळी भराभरा सरपटेल. कुणीही प्रत्यक्ष वा काडीने अळीला स्पर्श करायचा नाही. आपापल्या अळीला नाव ठेवून प्रोत्साहन म्हणून ओरडणे जरूर चालेल.
- 'शेवट' या रेषेशी पोचणारी पहिली अळी शर्यत जिंकेल. शर्यत पूर्ण झाल्यावर अळ्या होत्या त्या जागी परत सोडा.

दक्षिण आफ्रिकेतील हर्ब्युलस भुंगा चक्क उंदराइतका मोठा असतो.

कीटकांच्या आयुष्यक्रमात खूप मोठे शारीरिक बदल घडतात, त्यांना 'रूपबदल' (मेटॅमॉर्फोसिस) म्हणतात. कीटक प्रथम बारीक कणांसारखी अंडी घालतात. ती फोडून अळी बाहेर येते. सतत खात राहून अळी मोठी होते आणि स्वतःभोवती बंद कोश विणते. कोशातून कीटक बाहेर पडतो तेव्हा त्याचे मूळ रूपाशी अजिबात साधर्म्य नसते. मात्र अंडी, अळी, कोश, कीटक या चार अवस्था सर्वच कीटकांत असतात असे नाही. उदा., गवतकिड्यांत कोशावस्था नसते. हिरव्या अळ्यांची वाढ इतकी भराभरा होते की तीनचार दिवसांत त्यांना कातडी बदलावी लागते. कोशावस्थेत जाताना अळीच्या शरीरातून एक स्राव बाहेर येतो, त्याचा धागा बनतो आणि अळीभोवती गुंडाळला जातो. रेशमी किड्याच्या कोशापासून रेशीम मिळवतात. कोश फोडून जीव बाहेर येतो, तेव्हा तो अंडी घालण्यायोग्य असतो, असे हे जीवनचक्र चालू राहते.

हिरव्या अळीत ४००० विविध स्नायू असतात. माणसामध्ये फक्त ६४० असतात. त्यामुळे अळ्या भराभरा सरकू शकतात. शंभर पाय असलेल्या सेंटीपीड अळीपेक्षा हिरव्या अळ्या वेगाने सरकतात. सेंटीपीडच्या वाटेत अडथळा आला आणि तो घाबरला तर तो अंग आखडून घट्ट गोल बनतो आणि तसाच पडून राहतो.

अळ्या आणि कीटक यांचा अनेक ठिकाणी खाण्यासाठी उपयोग करतात. काही प्रदेशांतले लोक जाड गुबगुबीत अळ्या भज्यासारख्या तळून खातात, तर काही गवती किडे भाजून खाल्ले जातात. काही संस्कृतीत कीटकांना भाजून पूड करून पिठात मिसळून खातात. कीटकांत उच्च प्रकारची प्रथिने असतात आणि ते सर्वत्र मिळतातही.



कोळ्याचे जाळे तुम्हीच बनवा

कोळी हे 'कीटक' या प्राणिसंघात येतात. साधारणतः कीटकांना सहा पाय असतात तर कोळ्याला आठ असतात. कोळ्याचे जाळे कागदावर पकडून किंवा त्यासारखे जाळे बनवूया.

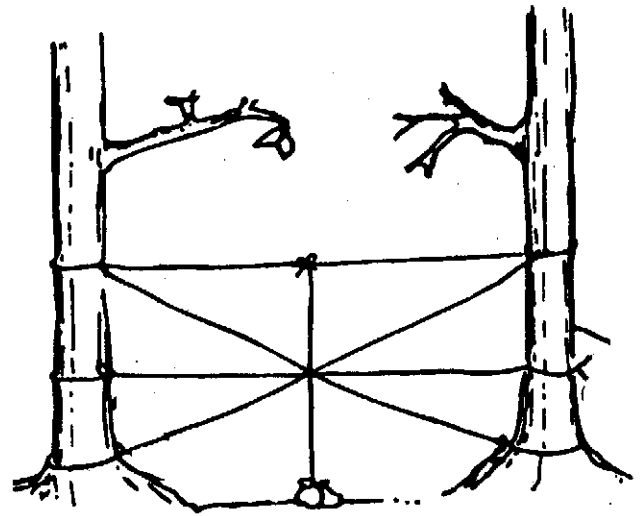
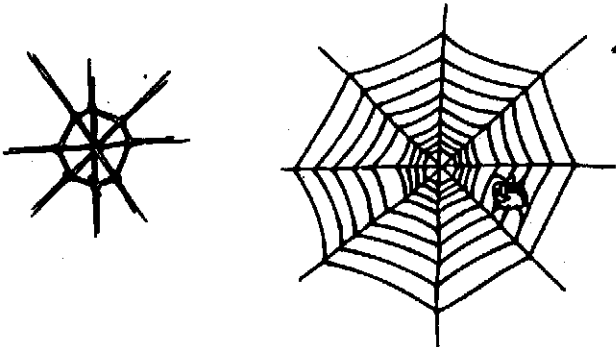
साहित्य : पांढरा कागद, काळ्या रंगाचा फवारा, दोरी, कात्री, पेन्सिल.

कृती :

- कोळ्याची जाळी सर्वच ठिकाणी असतात. अडगळीच्या खोलीत, भिंतींच्या कोपऱ्यांवर, कपाटाच्या मागे अशा ठिकाणी घरात जाळी असतातच. झुडपांमध्ये, फांद्यांमध्ये, कुंपणाच्या तारांमध्ये अशी बाहेरही जाळी असतात. पाण्याच्या थेंबामुळे वा धुळीमुळे जाळ्यांची वीण स्पष्ट दिसते.
- एखादे पूर्ण, आधार असलेले जाळे निवडा आणि त्यावर काळ्या रंगाचा फवारा (स्प्रे पेंट) सुरक्षित अंतरावरून मारा. या फवाऱ्यामुळे जाळे मोडू नये म्हणून अंतर जास्त ठेवा. त्यानंतर लगेच जाड पांढरा कागद जाळ्यातून आरपार न्या. जाळे जसेच्या तसे कागदावर चिकटेल. थोड्या सरावाने ही कृती सफाईदारपणे करता येते. रंगामुळे जाळे कागदाला पक्के चिकटते आणि वाळल्यावर त्याची बांधणी अभ्यासता येते.
- जाळे बांधण्यासाठी बारीक दोरा वापरा. प्रथम आधारासाठी आठ ते दहा दोऱ्या फुल्यासारख्या बांधा (आकृती पाहा.). त्यानंतर आणखी बारीक दोरा घेऊन या घट्ट सांगाड्याभोवती गुंडाळा. आधी कागदावर नक्षी काढून घ्या. आधारासाठी बारीक तारा वापरल्या

कोळ्याचे बहुतेक आयुष्य जाळे बांधण्यात खर्च होते. जाळे बांधण्यासाठी कोळी जो धागा वापरतात तो सर्वात मजबूत नैसर्गिक धागा आहे. कोळ्याच्या मागील बाजूस एक ग्रंथी असते, त्यातून चिकट द्रव पाडूनतो. हवेशी संपर्क आला की हा द्रव घट्ट होतो. कोळी प्रथम मध्य भागापासून सुरुवात करून या टोकापासून त्या टोकापर्यंत उड्या मारून सांगाड्याचे मजबूत धागे बांधतो. त्यामुळे जाळ्याला आधार मिळतो. मग मधले धागे बांधून जाळे पूर्ण करतो. नंतरचे धागे थोडे बारीक असतात. आपल्या शरीरातून स्रवणारा, चिकट द्राव कोळी त्यावर फासून ठेवतो. त्यामुळे हे धागे चिकट होतात. येणारा कीटक त्यामध्ये अडकतो. मधील सांगाड्याचे धागे चिकट नसतात. कोळी त्यावरूनच फिरत असतो. त्यामुळे स्वतः बांधलेल्या जाळ्यात कोळी कधी अडकत नाही. घरातील जाळी साधी आणि वेडीवाकडी असतात. मोकळ्या हवेत बांधलेली जास्त आखीव, नक्षीदार असतात. जाळ्याच्या बांधणीवरून कोळ्याच्या जातीचे वर्गीकरण केले जाते. काही प्रजातीचे कोळी जाळी बांधत नाहीत. जाळी बांधण्यासाठी कोळ्यांना गुरुत्वाकर्षणाची गरज नसते. अवकाशयानात पाठवलेल्या कोळ्यांनी जाळी बांधलेली संशोधकांना आढळली आहेत. मात्र ती पृथ्वीवरच्या जाळ्यांएवढी सुबक नसतात.

तर जाळे टिकते. हे जाळे झुडुपावर वा फांद्यांवर ठेवून घ्या. एखादा किडा वा मुंगी आकर्षित होते आहे का?



पक्षी आपल्यापासून किती अंतर ठेवतात?

काही प्राणी भित्रे असतात; तर काही रानटी, हिंस्र असतात. पक्षी किती जवळ गेल्यावर सावध होऊन दूर जातो पाहू या.

साहित्य : खुणेसाठी खडू वा खडे, कागद, पेन्सिल.

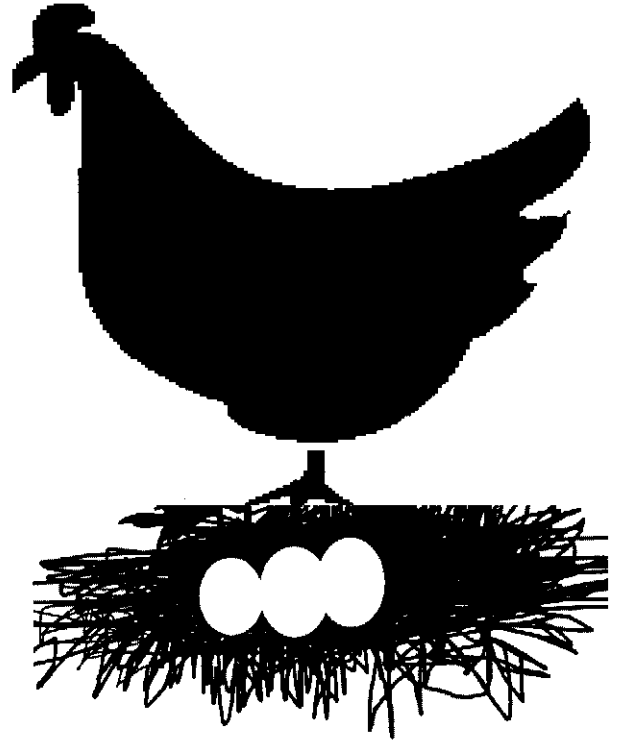
कृती :

१. पक्षी सर्वत्र आढळतात. कमी वस्तीच्या जागी, टेकडीवर, माळावर, देवळाच्या परिसरात, नदीकाठी अशा जागी जाऊन पक्षी पाहा. फार उंच जागी बसला असेल तर दुसरीकडे शोधा. झुडपातील फांद्यांवर असेल तर उत्तम. पक्षी दिसला की त्याची जागा मनात नोंद करा.
२. हातात खुणेचा खडू घेऊन सावकाश जवळ जा. ठरावीक अंतरावर तुम्ही पोचलात की पक्षी उडून जाईल. त्या जागी खूण करा.
३. मग पक्षी असलेली जागा आणि खूण यांतील अंतर मोजा. पक्ष्याचे वर्णन आणि नाव कागदावर नोंदवा.
४. एका प्रकारच्या पक्ष्यासाठी हे अंतर चार-पाच वेळा मोजून सरासरी काढा. काही पक्षी माणूस लांब असताना उडतात, तर काही जवळ येऊ देतात. कबूतरे हातावरील दाणेही टिपतात. चिमणी, मैना, पोपट, खंड्या इ. पक्षी जवळ येऊ देतात, तर कावळा, बगळा, धार, घुबड हे माणूस जास्त अंतरावर असताना उडून जातात.
५. याच प्रकाराने खार, रानकोंबडी, ससा, मुंगूस असे प्राणी दिसले तर सुरक्षित अंतर काढून पाहा.

पक्ष्याचे अंडे म्हणजे पुनरुत्पादन करणारी एक पेशी आणि भोवती अन्नरस इतके असते. ठरावीक अंडी घातली की पक्षी अंडी घालणे थांबवतात. चिमणी घरट्यामध्ये चारपाच अंडी घालते. तिचा पहारा चुकवून ही अंडी उचलली तर पुन्हा अंडी घालते. अशी ५० पर्यंत अंडी ती घालू शकते. चिमणीला आपल्या घरट्यात ठरावीक संख्येने अंडी दिसावी लागतात. त्यांतील एकच अंडे उचलले तर ती एकच अंडे परत घालून ती संख्या गाठते. कोंबड्याही याच प्रकारे अंडी घालतात. रोज अंडे उचलले तरच त्या अंडी घालतात. या गुणाचा उपयोग करून अंड्यांचे व्यापारी तत्त्वावर उत्पादन केले जाते.

पक्षी भित्रे असतात. हालचाल जाणवली की ते पटकन उडून जातात. तुम्ही पकडू शकणार नाही या अंतरापर्यंत पक्षी तुम्हांला येऊ देतात. काही पक्षी तुम्ही जवळ जाऊ लागलात की घाबरून उडू शकत नाहीत, तर काही धीटपणे डोळा भिडवतात (कबूतर).

पक्षी पंखाच्या हालचालीने हवा खाली ढकलतात आणि त्याच वेळी पुढे झेप घेतात. चालण्यासाठी, पोहण्यासाठी लागते त्यापेक्षा जास्त ऊर्जा उडण्यासाठी लागते. उडताना पंख फडफडवून पक्षी हवेच्या दाबाचे संतुलन राखतात. संथ धिरट्या घालणारी धारही पंख फडफडवते. पिसांमुळे पंखांना हलकेपण येतो. पक्ष्याचे शरीर गरम राहते तसेच रंगामुळे माद्या आकर्षित होतात. जास्त ऊर्जेसाठी पक्षी अन्नही जास्त खातात. लहानसा गुणगुणणारा रातकिडा आपल्या वजनाच्या निम्मा मध रोज खातो. पन्नास किलो वजनाच्या माणसाने रोज दीडशे पोळ्या भाजीसह खाण्याइतके हे प्रमाण आहे.



जंगलातील सैर

या भागातील कृती मोठ्या म्हणजे नववी, दहावीतील मुलांसाठी आहेत. पाचवीपासून प्रत्येक वर्गातील दोन मुलांना घेऊन गट तयार केले तर मोठ्या मुलांच्या मार्गदर्शनाखाली या कृती लहान मुले मदत करताना शिकू शकतील. कोणतीही कृती करण्यापूर्वी तिचे नीट आकलन मुलांना व्हायला हवे. जिवंत प्राण्यांशी संबंधित या कृती आहेत. त्यामुळे नेहमीपेक्षा जास्त काळजी मुलांना घ्यावी लागेल. काही कीटक चावतात त्यामुळे मुलांना त्याचा उपसर्ग होऊ शकतो, अॅलर्जीसदृश पुरळ वा सूज येऊ शकते. हातमोजे, पायमोजे घालणे, पूर्ण शरीर झाकेल असे कपडे घालणे, पायात जाडसर बूट असणे अशी तयारी आपल्याला करणे जरूरीचे आहे.

प्रत्यक्ष जंगलात जाऊन प्राणी पाहणे अतिशय जिकिरीचे, चिकाटीचे काम आहे. अनेक अभयारण्यांत यासाठी खास सोयी केलेल्या आहेत. त्या सर्वांनाच उपलब्ध होतील असे नाही. विद्यार्थ्यांसाठी खास सवलतीने जंगलभ्रमणाची सोय अनेक ठिकाणी केलेली आहे. जवळच्या मोठ्या शहरांत जाऊन प्राणिसंग्रहालयाला भेट देणे आणि प्राण्यांचे निरीक्षण करणे. सोबत प्राणी, त्यांचे वर्गीकरण आणि गुणधर्म सांगणारे पुस्तक नेणे हा चांगला उपक्रम आहे. गावाबाहेरच्या शेतात, रानात, जंगल सुरू होते त्या जागी नदी, तळी, समुद्रकिनारी लहानमोठे प्राणी पाहणे आणि त्यांचा अभ्यास करणे अधिक चांगले.

घराच्या अंगणात वा शाळेच्या आवारात करण्यासारखे काही उपक्रम यामध्ये आहेत. प्राणिनिरीक्षण करताना त्याचे

गुणधर्म बारकाईने पाहायला हवेत. त्यासाठी प्रश्न तयार ठेवा आणि उत्तरे मिळवा. प्राण्याचा रंग, आकारमान, चालणे कसे आहे? त्याचे डोळे कसे आहेत? पाहणे, चालणे, श्वास घेणे, झोपणे, संरक्षण करणे या कृती कशा होतात? कोणत्या प्राणिसंघात तो येतो? दोन प्राणी एकाच प्राणिसंघात येत असतील तर त्यांच्यातील साम्ये कोणती, फरक कोणते? त्या प्राण्यांचे वैशिष्ट्य काय? इ. प्रश्नांची उत्तरे शोधा आणि नोंदा.

जमिनीतील लहान प्राणी शोधण्यासाठी उपकरण बनवून या कृतींना सुरुवात होते. पक्षी, प्राण्यांची कृत्रिम घरटी करून झाडावर टांगली तर पक्षी, खारी त्यांत येतात. किडे जमवणे, मुंग्यांना पाळणे, गांडूळ शेती करणे इ. कृती त्या त्या प्राण्याबद्दल तपशिलाने माहिती देतील. जंगली जनावरांचे निरीक्षण, जंगलभ्रमण या कृती अलीकडे छंद म्हणून जोपासल्या जातात. त्याविषयी मुलांना आकर्षण वाटेल. प्राणी या विषयाचे तीनही विभाग मुलांना याविषयी तयार करतील. पर्यावरणाच्या रक्षणाबद्दल ती जागरूक राहतील. निसर्गविषयक कोणतीही कृती करताना प्रत्यक्ष निसर्गाला कमीतकमी हानी पोहोचेल याचे भान मुलांना हवे. प्राण्याचा अभ्यास झाल्यावर त्यांना होते त्या जागी परत ठेवणे, किडे, कीटक, फुलपाखरे यांना न दुखावणे, झाडे, घरटी, अंडी होती तशीच ठेवणे यांकडे मुलांनी विशेष लक्ष पुरवायला हवे.



बर्लीज फनेल म्हणजे काय?

प्राणिविश्वातील पहिल्या काही प्राणिसंघामध्ये गोल कृमी (नेमॅटोड्स) येतात. लहानशा दोरीच्या तुकड्यासारखी हालचाल करणारे हे प्राणी जमिनीत सर्रास आढळतात. त्याहूनही लहान प्राणी या घरगुती उपकरणाच्या साहाय्याने बघू या.

साहित्य : तळ व झाकण काढलेला पत्र्याचा गोल डबा, फनेल, तारेची जाळी, काचेची बरणी, कात्री, पाणी, माती, टीपकागद, सूक्ष्मदर्शक भिंग.

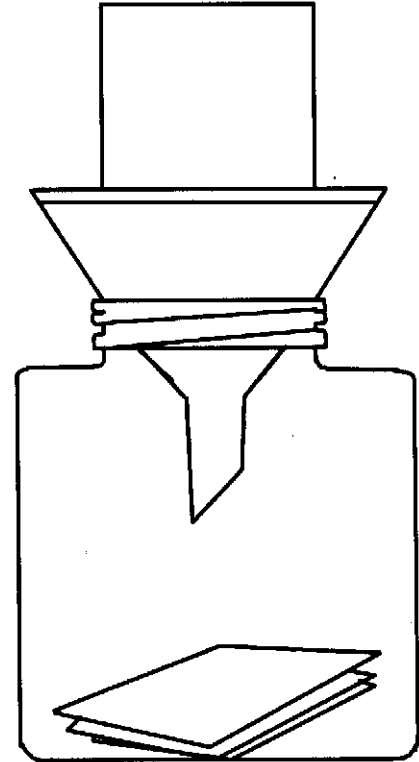
कृती :

- काचेच्या बरणीत टीपकागद ओलसर करून पसरा. एक फनेल (नरसाळे) या बरणीच्या तोंडावर बसवा. तारेच्या जाळीचा गोल तुकडा कापून फनेलमध्ये अर्धा इंच कडा सोडून बसवा (आकृती पाहा.)
- दोन्ही बाजू कापलेला डबा जाळीवर ठेवा. जाळीचे चौकोन ३ ते ६ मि.मी. आकाराचे असावेत. डबा अर्धापाऊण भरेल इतकी माती डब्यात घाला.
- बर्लीज नावाच्या संशोधकाने हे सोपे उपकरण बनवले. बरणी सूर्यप्रकाशात एक दोन दिवस ठेवा. जमिनीतील गोल कृमी आणि इतर लहान कीटक ऊन, प्रकाश, यांपासून दूर जाण्यासाठी तळाकडे जातात आणि ओलाव्याकडे खेचले जातात. जाळीवरून खाली जाऊन फनेलमधून बरणीतील टीपकागदावर पडतात, कागदावर वळवळताना, फिरताना दिसतात. काळ्या, पांढऱ्या, तपकिरी रंगाचे किडे, अळ्या सूक्ष्मदर्शक भिंगातून पाहा.
- वेगवेगळ्या भागांतील माती फ्लॅस्टिकच्या पिशव्यांतून आणा आणि डब्यात ठेवून पाहा. शेत, जंगल, नदीकाठ, झाडाखालची पाचोळामिश्रित माती अनेक किड्यांचे आश्रयस्थान असते.
- कडक थंडीच्या दिवसांत माळावरील थंडगार माती पिशवीत घालून उबदार जागी दोन दिवस ठेवा. मग सरळ आणि जवळून प्रकाश पडेल अशा जागी दिव्याखाली बर्लीजच्या उपकरणात घालून ठेवा. मातीत अनेक किडे थंडीत सुप्त अवस्थेत राहतात. ऊब मिळाली की हालचाल करतात. असे किडे कृत्रिम दिव्याच्या उष्णतेमुळे जागृत होतात आणि टीपकागदावर पडतात. उन्हाळ्यात तळी, पाण्याचे साठे आटले की त्या मातीत डासांची आणि उडणाऱ्या इतर कीटकांची अंडी असतात. रंद बशीत पाणी घालून अशी माती

घातली तर दोन दिवसांनी सूक्ष्मदर्शक भिंगातून पाहिल्यास पाण्याच्या पृष्ठभागावर बारीक अळ्यांची हालचाल दिसते.

बरेचदा हौसेने घरात छोट्या काचेच्या टाकीत मासे पाळले जातात. टाकीतील तळातल्या माती, वाळूत अनेक किडे असतात. तळ्याकाठी, नदीच्या संथ डोहाजवळ, हालचाल न करता आडवे पडून किनाऱ्यावरून पाहिले तर पाण्यात मासे, टॅडपोल, इतर लहान जलचर, वनस्पती दिसतात.

जरी गोल कृमी आकाराने लहान असले तरी त्यांना मज्जातंतू, स्नायू, तोंड इ. अवयव पूर्णावस्थेत असतात. पाणी, माती किंवा इतर प्राण्यांवर पराजीवी (पॅरॅसाइट) असे ते राहतात. दुसऱ्या प्राण्याने पचन केलेला अन्नरस शोषून त्यांचे पोषण होते. आणि मूळ प्राण्याला हानी पोचते. काही परोपजीवी त्या प्राण्याला मदत करतात. हत्तीच्या कानांतील मळ खाऊन परोपजीवी कान स्वच्छ ठेवतात, तर मगरीच्या दातांतील मांसकण खाऊन काही परोपजीव त्यांचे दात स्वच्छ ठेवतात आणि किडण्यापासून वाचवतात.



बेडकांचा लपंडाव

जमिनीवर सरपटणारे वा जलस्थलचर प्राणी शोधणे कठीण असते. योग्य जागी योग्य वेळी शोधले तर बेडकाची अंडी आणि जवळपास बेडूकही सापडतो.

साहित्य : प्लॅस्टिकच्या पिशव्या, काचेच्या बरण्या, प्लॅस्टिकची भांडी.

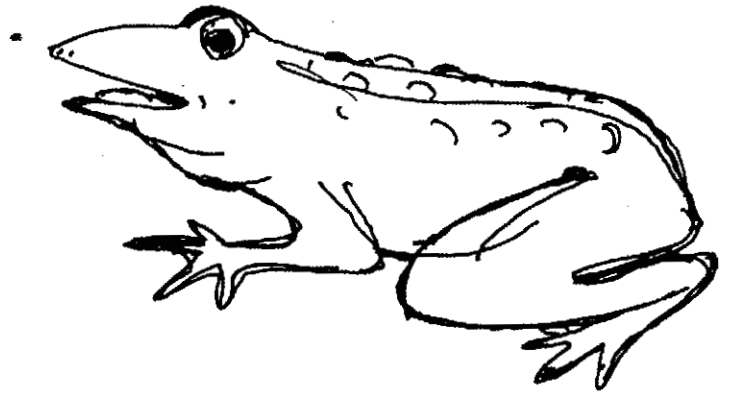
कृती :

१. पावसाळ्यात ठिकठिकाणी पाण्याची डबकी साठलेली असतात. त्यातून संध्याकाळच्या वेळी बेडकाचे विविध आवाज ऐकू येतात. बेडकाच्या अनेक प्रजाती आहेत आणि प्रत्येक प्रजातीच्या बेडकाचा आवाज वेगवेगळा असतो. ठरावीक भागात एखाद्या प्रजातीचे प्राबल्य असते. लक्षपूर्वक ऐकले तर डबक्याजवळ, पाणथळ जागी तीनचार वेगवेगळे आवाज येतात. विशेषतः मोठा पाऊस पडून गेला आणि सरी तुरळक झाल्या की बेडकाचा आवाज ऐकू येतो. साधारणपणे श्रावण किंवा भाद्रपद महिन्यात असा आवाज ऐकता येईल.
२. बेडकाची अंडी शोधण्यासाठी संथ पाण्याच्या डबक्याचे काठ पाहा. लिबलिबीत चिकट ओलसर पदार्थात बेडकाची अंडी एकत्र गुंफलेली आढळतात. काही प्रजातींची अंडी पाण्यात बुडालेल्या झाडांच्या खोडाला चिकटलेली असतात. पदार्थ खोडाला चिकटतो आणि अंडी सुरक्षित राहतात. काही प्रजातींची अंडी एक एक सुटी, जवळजवळ घातलेली असतात.
३. प्लॅस्टिकच्या पिशवीत अशी अंड्यांची माळ किंवा पुंज पकडून आणा आणि त्याच डबक्यातील पाणी

मोठ्या बरणीत वा प्लॅस्टिक भांड्यात घाला. पाण्यामध्ये सांडपाणी वा कचरा असू नये, पण त्याच डबक्यातील तळाशी उगवलेल्या वनस्पती, बारीक शेवाळ इ. अवश्य ठेवा. त्यामुळे अंड्यातून जेव्हा टॅडपोल बाहेर पडेल, तेव्हा त्याला अन्न मिळेल. अंडी लवकरच फुटून लहान काळ्या माशासारखे, अळ्यांसारखे दिसणारे टॅडपोल बाहेर येतात आणि भराभरा वाढू लागतात. रोज त्यांची वाढ पाहा. दोनतीन आठवड्यांत त्यांच्या शोपट्या आखूड होतात आणि पाय फुटतात. त्या वेळी जिथून अंडी आणली त्या डबक्यात टोपलीतील बेडूक सोडून द्या. बेडूक पाळणे शक्य नसते. उड्या मारून ते पळून जातात.

पाणी आणि जमीन अशा दोन्ही ठिकाणी उभयचर प्राणी राहतात. अंडी व टॅडपोल अवस्थेत पाण्यात ते कातडीने श्वसन करतात, तर प्रौढ बेडूक जमिनीवर राहतो आणि फुफ्फुसाने श्वास घेतो, चिकट दुभंगलेल्या जिभेने झडप घालून कीटक पकडतो. तो थंड रक्ताचा प्राणी आहे. थंडीमध्ये चिखलात खोलवर रुतून तो कातडीने श्वास घेतो आणि सुप्तनिद्रेत जातो. पाणी उबदार झाले की बाहेर येतो. त्यांच्यात आणि सरपटणाऱ्या प्राण्यांमध्ये साम्य असते. सरपटणाऱ्या प्राण्यांना खवले असतात आणि ते फुफ्फुसाने श्वास घेतात. कासवाची पाठ हा खवल्यांचाच एक आविष्कार आहे. हे प्राणी गुळगुळीत कातडीचे असतात आणि कातडीने श्वसन करू शकतात.

पाली, साप, मगरी, कासवे आणि त्यांच्या अनेक प्रजाती सरपटणाऱ्या प्राणिसंघात येतात (रेप्टाइल्स). पिवळट तपकिरी चौकोनाची नक्षी असलेल्या घट्ट पाठीची कासवे पाण्याच्या साठ्यात आढळतात. ती वरून दिसली तरी चाहूल लागली की तळाशी जातात. पाली, सरडे नेहमी दिसले तरी त्यांना डब्यात, टोपलीत ठेवणे शक्य नसते. रानात फिरायची आवड असेल तर कपारीत, खाचेमध्ये सापाने टाकलेली कात सापडते का जरूर पाहा.



घेऊ या शोध प्राण्यांचा

सस्तन प्राणी बुजरे, रंगीबेरंगी नसलेले प्राणी असतात. ते आपली चाहूल लागू देत नाहीत. आणि बरेच प्राणी निशाचर म्हणजे रात्री फिरणारे असतात. त्यांच्या नैसर्गिक अवस्थेत त्यांना शोधणे सोपे नसते. काही सूचना पाळल्या तर निरीक्षण करणे सोपे जाईल.

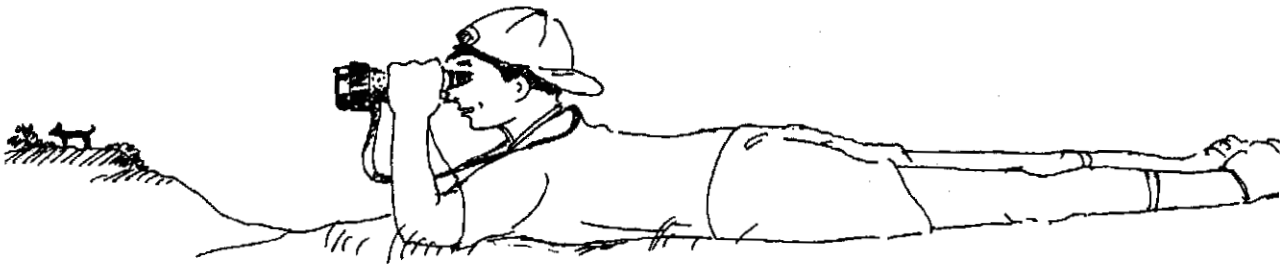
साहित्य : दुर्बीण, प्राण्यांची माहिती देणारे सचित्र पुस्तक (गाइड)

कृती :

१. लहानमोठे सस्तन प्राणी जंगलात, शेतात, एकाकी किनाऱ्यावर सापडतात. मोठ्यांसह हे प्राणी पाहायची दक्षता घ्या. पाणी आणि जमीन, गाव आणि जंगल यांच्या सीमाभागी हे प्राणी आढळतात.
२. प्राणी पाहताना कमीतकमी हालचाल करा. तसेच चालताना झुडपांना न घासता चाला म्हणजे तुमची चाहूल लागणार नाही. अनेक प्राण्यांची कर्णद्रिये संवेदनशील असतात. तुमची चाहूल लागली की ते थबकतात. कान टवकारतात. अशा वेळी तिथेच स्तब्ध उभे राहा. बहुसंख्य प्राणी हालचाल पाहून सावध होतात. स्तब्ध वस्तू त्यांच्या दृष्टीने निर्जीव आहेत.
३. प्राण्यांची चाहूल घेण्यासाठी एकाग्रतेने ऐका. पाचोळ्यावर होणारा पावलांचा आवाज, झुडपांना अंग घासताना होणारी खसफस, पाणथळ जागी पाणी पिताना होणारा आवाज, नर-मादी एकमेकांना बोलावताना होणारे आवाज कानाने टिपता येतात.
४. तळहाताचा पोकळ गोल करून तो डोळ्यांसमोर धरून

प्रथम पाहा. असे केल्याने ठरावीक भाग चित्त एकाग्र होऊन पाहता येतो. थोडीशीही हालचाल झाली तरी डोळे ती नोंदवतात. एखादा प्राणी दूरवर दिसला (विशेषतः गवताळ कुरणात हरीण, ससा, मोर, रानडुकरे इ. प्राणी असे टिपता येतात.) की मग दुर्बीण त्या जागी केंद्रित करून प्राणी बारकाईने पाहता येतो. केस, रंग, डोळे, पाय, डोळे, त्वचा इ. अवयव पाहा. प्राण्याचे लिंग समजते का? नर हरीण, सांबर यांना शिंगे असतात.

५. त्या ठिकाणी वाऱ्याची दिशा पाहा आणि वारा प्राण्यापासून तुमच्याकडे वाहत येईल अशा जागी जाऊन निरीक्षण करा. तुमच्यापासून प्राण्यांच्या दिशेने वारा वाहत असला तर तुमचा गंध लगेच त्यांच्या तीव्र घ्राणेंद्रियांपर्यंत पोहोचतो. प्राण्यांपासून अंतरावर राहून निरीक्षण करा. विशेषतः पिल्लू आणि आई असेल, नरमादीचे प्रियाराधन चालू असेल तर त्यात प्राण्यांना व्यत्यय सहन होत नाही. ते हिंसक बनतात.
६. प्राणी दिसले नाहीत तरी त्यांच्या अस्तित्वाच्या खुणा पाहा. त्यांची विष्ठा, पायाचे ठसे, केस, हाडे, साठवून ठेवलेले वा अर्धवट खाऊन टाकलेले अन्नपदार्थ, खणल्याच्या खुणा, फांघा ओरबडल्याच्या खुणा, मातीचे ढीग, बिळे इ. खुणा सरावाने ओळखता येतात. ठरावीक उंचीवरचा झुडपांचा पाला खाल्लेला असेल तर प्राण्याची उंची कळते. अनेक प्राण्यांना आपले क्षेत्रफळ खुणा करून नोंदवायची सवय असते. त्या जागी विष्ठा टाकणे, मूत्राने आपले क्षेत्रफळ सीमारेखित करणे इ. प्रकाराने प्राणी खुणा करतात.



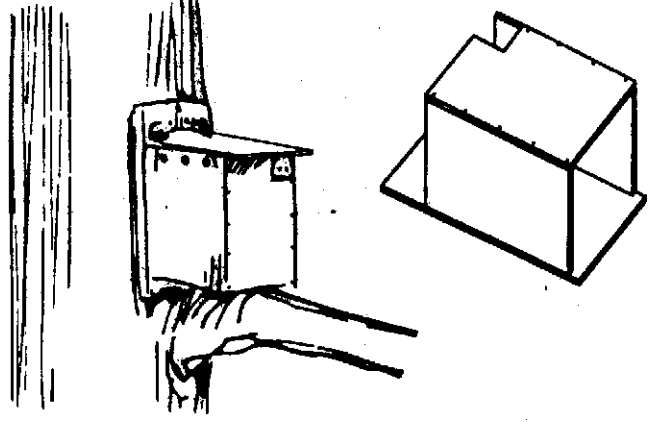
पक्ष्यांशी करा मैत्री

वेगवेगळे पक्षी, खारीसारखे प्राणी अन्न मिळाले की त्या जागी परत परत येतात. त्यांच्यासाठी विविध वस्तू ठेवल्या तर ते त्या जागी भेट देतात त्याचे निरीक्षण करूया.

१. पक्ष्यांसाठी घरे : पुढ्याची वा पातळ लाकडी फळ्यांची आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे घरे करून घ्या. जुने खोके त्यासाठी वापरा. साधारण ४० सें.मी.ची घनाकृती असावी. वरील बाजूस एका कोपऱ्यात ८ सें.मी. चा चौरस कापून खोक्यात जाण्यासाठी दार ठेवा. दोन बाजूंना हवा. जाण्यायेण्यासाठी १ सें.मी. व्यासाची भोके पाडा. तशीच भोके पाणी जाण्यासाठी तळाला पाडा. खोक्याला बाहेरून हिरवा वा तपकिरी, झाडांत मिसळलेल असा रंग द्या. आतून अजिबात रंगवू नये. जमिनीपासून ३ ते ५ मीटर उंचीवर, झाडाची फांदी तळाला ठेवून, सावली येईल अशा जागी खिळे वा तार, दोरी वापरून हे घर जखडून ठेवा. गोलसर अथवा पेटीसारखे उभट घरही छान दिसते. एकदा पक्षी जेव्हा नसतील तेव्हा घर स्वच्छ करा.

२. अन्नपदार्थ : अंगणात ठरावीक वेळी रोज तांदूळ, गहू इ. दाणे टाकले तर चिमण्या येऊन टिपतात. खिडकीमध्ये बाहेरच्या बाजूस बिस्किट वा चपाती-भाकरीचे तुकडे ठेवले तर कावळे वेळ पाळून भेट देतात. वेगवेगळ्या आकारांची खोकी, त्यांना भोके पाडून दोरीने फांदांना अडकवली आणि त्यांत अन्न ठेवले, जुन्या प्लॅस्टिकच्या बाटल्या भोके पाडून अन्न घालून टांगल्या तर त्यांत ठेवलेले अन्न खाण्यासाठी खारी, पक्षी रोज येतात. साधी बशी तारेच्या वेटोळ्यात घालून टांगली, त्यात शेंगदाणे, चपातीचे तुकडे, फळांचे तुकडे ठेवले तरी पक्षी येतात. खारीही येतात. छोटे पक्षी फुलांकडे आकर्षित होतात. पाण्यात मध मिसळून बशीत ठेवा, पक्षी येतील. फुलांची चित्रे असलेला कागद बशीला चिकटवला तर फुलपाखरेही येतात. अन्नपदार्थ ठेवण्यात नियमितपणा हवा. जर खाणे ठेवणे एकदम थांबवले तर त्यांना नव्या जागी अन्न शोधेपर्यंत उपाशी राहावे लागते.

३. पाणी : प्लॅस्टिकचे रुंद भांडे घेऊन त्यात पाणी भरा. खांबावर फळी ठेवून त्यावर हे भांडे ठेवा. शक्यतो धातूचे भांडे वापरू नका. कारण उन्हाळ्यात पाणी गरम तर हिवाळ्यात थंड होते. भांड्याला रुंद कडा असली तर पक्षी त्यावर बसून अंघोळ करताना पाहता येते. खांबाची उंची एखाद्या मीटरपेक्षा जास्त ठेवा. बारीक, काटेरी तारेची वेटोळी खांबाला घातली तर सुरक्षितता वाढते. पक्षी पाणी पिताना बेसावध असतात. मांजर, कुत्री त्यांना सहजपणे पकडून खाऊ शकतात. तारेमुळे ते टाळले जाते.



४. कपडे टांगायचा एक तारेचा हॅंगर घेऊन त्याचा आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे चौकोन करा. त्यावर बारीक तारेने जाळीचा, पोत्याचा तुकडा अडकवा. त्यात छिद्रे पाडून त्यामध्ये चिंध्या, कापूस, दोरे, काड्या इ. अडकवा. हा हॅंगर फांदीवर टांगून ठेवा. पक्षी घरटे बांधण्यासाठी त्यातील अनेक वस्तू चोचीने ओढून घेऊन जातात.

पक्षी, खार हे प्राणी माणसाने ठेवलेल्या वस्तूंकडे सहजपणे आकर्षित जातात. त्यांनी बनवलेली घरे राहण्यासाठी वापरतात. अन्नपदार्थ खातात. इतर कसला आवाज आला तर ते चटकन उडून, पळून जातात. ठरावीक अंतरावर माणसे असली, ती पाहत असली तरी पक्षी धीटपणे पुढे येऊन अन्न चोचीने टिपतात. कबुतरे तर हातावरील दाणेही टिपतात. पक्ष्यांमुळे अंगणातील झाडांचे रक्षण होते, कारण ते कीटकांची संख्या नियंत्रित करतात. गवताच्या, तणाच्या बिया खातात आणि उंदीर, घुशींची संख्याही आटोक्यात राहते.

पक्ष्यांची रिकामी घरटी शोध घेतला तर सापडतात. झाडांना लोंबत असलेली गवताची घरटी दुरूनही दिसतात. काटक्यांचे सुबक गोल करून त्यांत पिसे, कापूस पसरलेली घरटी फांदांच्या बेचक्यात सापडतात. अंडी किंवा पिल्ले असलेल्या घरट्यांना हात लावू नका. वापरून झालेले घरटे शोधून आणा. प्लॅस्टिकच्या तसराळ्यात थोडे पाणी घालून ठेवा. आठवड्यात त्यामध्ये अडकलेल्या बियांना कोब फुटतील. त्यावरून पक्ष्याचे अन्न समजते. घरट्यासाठी पक्षी विविध प्रकारचे साहित्य वापरतात. हॅंगरवर टांगून ठेवलेले साहित्य पक्षी वापरतात. सुगरण पक्ष्यांचे घरटे बारीक काड्यांनी इतके सुबक बांधलेले असते की त्याच्या कारागिरीचे आश्चर्य वाटते.

बनवा कीटकांचे संग्रहालय

कीटक गोळा करून त्यांचे निरीक्षण करणे, प्रदर्शन मांडणे तुलनेने सोपे असते. कारण ते सर्वत्र असतात. थोड्या काळापुरते त्यांना पकडून ठेवू या.

साहित्य : काचेच्या बाटल्या, जुने कपडे, पुट्टे, तारेचा हॅंगर, झाडू, जाळीचा कपडा, कात्री, सुईदोरा, रबरी हातमोजे, डबा, काठी.

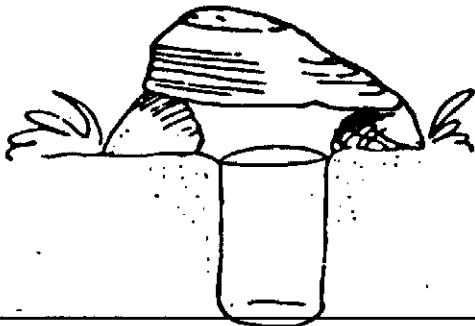
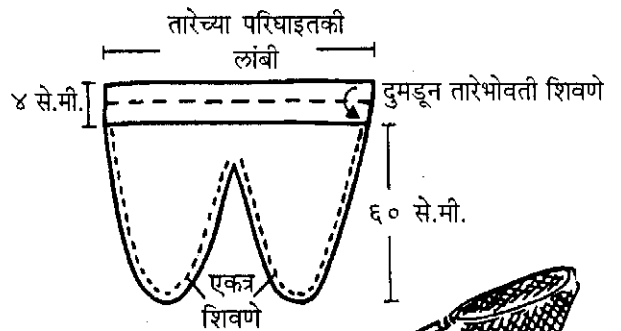
कृती :

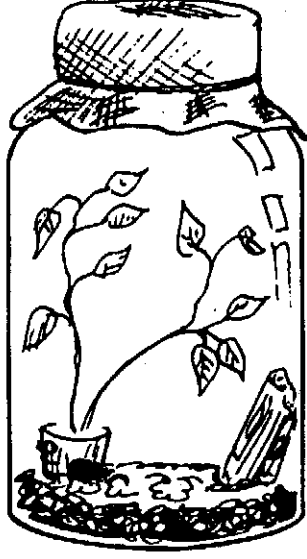
- कीटक शोधताना प्रथम झाडे, झुडुपे नीट पाहा. पानांच्या मागील बाजूस अंडी दिसली, कातरलेली पाने, खोडावरती गाठी, फांघावरती छिद्रे आणि बिळे, रिकामे कोश, पाकळ्या कुरतडलेली फुले इ. दिसले की जवळपास कीटक आहेत हे समजते. शोधले की ते सापडतात.
- रबरी हातमोजे घालून कीटक बोटाने उचलून बाटलीत टाकणे हा कीटक पकडण्याचा एक सोपा मार्ग आहे. बाटलीचे झाकण लावले तरी कीटक मरत नाहीत. त्यांना थोडीशी हवा पुरते. दिवसातून एकदा वा दोनदा झाकण उघडून परत लावले तरी पुरेसे असते.
- उडणारा कीटक पानावर वा फुलांवर स्वस्थ बसेल तेव्हा त्यावर बाटली झाका. कीटक वर उडेल तेव्हा झाकण लावून बंद करा. सरपटणारा किडा पकडताना त्याच्या वाटेत पातळ पुट्टा ठेवा. पुट्ट्यावर कीटक चढला की पुट्टा उचलून त्यावरचा किडा बाटलीत टाका. एखादे पोते किंवा जुनी चादर झुडपाखाली पसरा आणि झुडपाचे मुख्य खोड हाताने हलवा. चादरीवर भरपूर किडे पडतील. त्यांतील हवे ते बाटलीबंद करा.
- जाळीचा कपडा घेऊन त्याची झोळी शिवा. कपड्याच्या हॅंगरचा गोल करून त्याला झोळी अडकवा. एखादी काठी दांडा म्हणून जोडा (आकृती पाहा). तयार झालेले हातजाळे पतंग, पाकोळ्या, भुंगे, फुलपाखरे इ. उडणारे



कीटक पकडण्यासाठी उपयोगी पडते. गवतावरचे उडणारे काळे टोळ, हिरवे टोळ, हरणटोळ, नाकतोडे इ. या जाळीने सरावाने पकडता येतात. कीटक जाळीत आला की वरच्या बाजूला हाताने झोळी, पिशवीचे तोंड बंद करतो तशी पकडा. बाटलीचे तोंड उघडून त्यामध्ये जाळीचा भाग हाताने सैल उघडून धरा. कीटक बाटलीत जाईल. झाकण लावून बंदिस्त करा.

- जमिनीत खड्डा खणून त्यात प्लॅस्टिकचा डबा पुरा. वरील बाजू जमिनीबरोबर ठेवा. डब्यामध्ये मध, साखर, चपातीचे तुकडे असे कीटकांचे अन्न ठेवा. वरती पुट्टा पसरून त्यावर माती, पाने ठेवा. पुट्ट्याला थोडी भोके पाडा. सकाळ, संध्याकाळ पुट्टा काढून पाहा. आता कीटकांचे निरीक्षण करा. हातमोजे घालून ते उचलून बाटलीबंद करा. हातमोजे सतत वापरा. काही कीटक चावतात त्यामुळे पुरळ वा फोड येऊ शकतात.





६. कीटक ठेवण्यासाठी वापरायच्या बाटल्या रुंद तोंडाच्या असाव्यात. बाटल्यांना झाकणे नसली तर जुने पायमोजे कापून तोंडावर पसरा आणि रबरबँडने घट्ट बंद करा.
७. फुलपाखरे वा भुंगे ठेवण्यासाठी खिडक्यांना लावण्यासाठी नायलॉनची जाळी मिळते ती वापरून किंवा जुन्या मच्छरदाणीचे तुकडे वापरून घर तयार करा. जुन्या डब्यांची दोन झाकणे घ्या. त्यांमध्ये तारेची दोन गोल कडी बसवा. त्यावर ही जाळी दंडगोलाकृती

झोळी शिवून बसवा. आधाराला चार उभ्या काटक्या वा तारा वापरा. दोन झाकणांमध्ये जाळीदार भिंतीचे छान घर तयार होईल. आतील कीटक जाळीतून दिसेल (आकृती पाहा.).

८. सर्व बाटल्या, डबे, जाळीचे घर इ. कीटकघरांमध्ये त्यांच्यासाठी अन्न ठेवा. ओलसर राहावे म्हणून भिजवलेला टीपकागद ठेवा आणि चमचाभर पाणी रोज घालून ओला ठेवा. काळोखातील कीटक असेल तर बाटलीभोवती काळा कागद गुंडाळा. अळ्यांसाठी ताजी हिरवी पाने ठेवा. कीटकाच्या गरजा पूर्ण होतील असे साहित्य ठेवा. एक दिवसाआड स्वच्छता करा. पाने, काटक्या, गवत असे त्या त्या कीटकाभोवती असणाऱ्या परिसरातील साहित्य बाटलीत ठेवा. काही डब्यांमध्ये लहान पत्र्याची गोल झाकणे भरून पाणी ठेवावे लागते.
९. सूक्ष्मदर्शक भिंग वापरून कीटकाचे पाय, केस, डोळे, पंख, तोंड इ. अवयव पाहा. केसासारखा मज्जातंतू (अँटेना) पाहा. लांबी मोजा. वाटेत पाणी टाकून वा काडी ठेवून त्याची हालचाल पाहा. कागदाचा बोळा ओला करून टाकला तर कीटक वर चढतो की खाली लपतो? सर्व नोंदी कागदावर लिहून बाटलीसोबत ठेवा. कीटकांचा संग्रह अभ्यासून झाला, प्रदर्शित करून झाला की कीटक होते तिथे सोडून या.

कीटकाचा सर्वांत मोठा शत्रू म्हणजे त्याला खाणारा दुसरा कीटक. जवळजवळ प्रत्येक कीटकाला खाणाऱ्या कीटकाची प्रजाती आढळते. त्यांची जननक्षमता फार असते. त्यामुळे त्यांची संख्या झपाट्याने वाढते. परिसरात घडणाऱ्या बदलांना अनुरूप असे बदल स्वतःमध्ये घडवण्याची क्षमता कीटकांमध्ये सर्वांत जास्त असते. त्यामुळे कोणत्याही परिस्थितीत कीटक तग धरतात. हिरव्या अळ्या (कॅटरपिलर) बाटलीत ठेवताना पाणी घालून त्यात ताजी फांदी बुडवून ठेवली आणि त्यावर अळी सोडली तर ती मोठी होऊन, कोश बांधून त्यातून फुलपाखरू बाहेर आलेले पाहता येते. ओली माती, वर हिरवी पाने आणि वर फळांचे तुकडे असे थर बरणीत घालून ठेवले तर मिलीपीड (बारीक पायांची अळी) राहू शकते. ओल्या मातीवर सुकलेली पाने आणि एखादी कुजणारी काटकी ठेवली तर गोगलगायी बाटलीत राहतात. रातकिड्यांसाठी माती, ओला पाचोळा, गवत लागते आणि त्यांना काळोख आवडतो. हिरव्या टोळांसाठी (ग्रास हॉपर) ओली माती, वाळू आणि गवताचे थर घालून त्यावर ओल्या कापसाचा बोळा ठेवा. घरातील माश्या पकडून बाटलीत ठेवल्या तर साखरेच्या पाकात वा मधात बुडवलेला कापसाचा बोळा दोरीने टांगून ठेवा. आणि फारच उडू लागल्या तर बाटली बंद करून थंड पाण्यात ठेवा. बारीक ठिपक्यांचे रेंगाळणारे भुंग्यांसारखे बीटल्स (लेडी बग) बाटलीत ठेवताना ओल्या कापसाचा बोळा ठेवा आणि तपकिरी हिरवे बारीक किडे असलेली गुलाबाची फांदी अन्न म्हणून ठेवा. दोनतीन लेडी बग पकडून ठिपके मोजा. कीटक सरळ चालतात की तिरके याचे निरीक्षण करून नोंद करा.

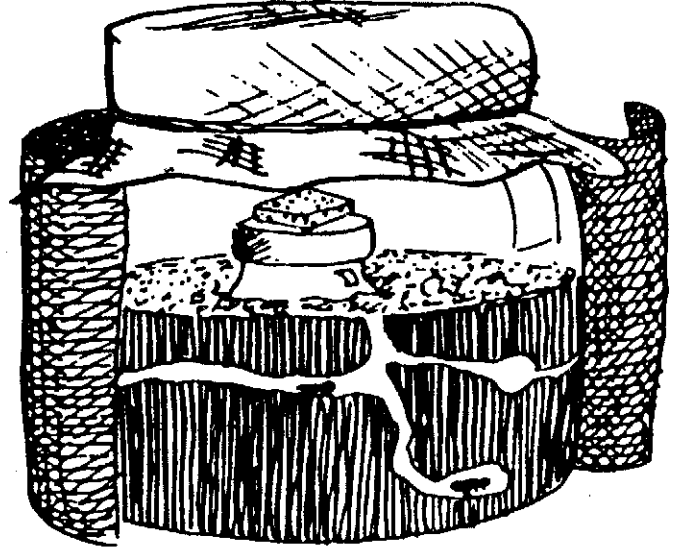
मुंग्यांचे कृत्रिम वारूळ

मुंग्या नेहमीच गटाने राहतात. रुंद काचेच्या बरणीत मुंग्यांची वसाहत तयार करा.

साहित्य : प्लॅस्टिक पिशवी, मोठा चमचा, काचेची मोठी बरणी, त्यात बसेल अशी बाटली, जाळी, पायमोजे, रबरबँड, काळा कागद, चिकटपट्टी, स्पंजचा तुकडा, पाणी, मध, सूक्ष्मदर्शक भिंग, रंग, काड्या, हातमोजे.

कृती :

- समान आकाराच्या, रवाळ मातीच्या कणांचा ढीग दिसला की त्या जागी मुंग्यांचे वारूळ आहे हे ओळखता येते. असे वारूळ चमच्याने हळुवार उकरा आणि त्यात इतर मुंग्यांपेक्षा आकाराने मोठी असलेली राणीमुंगी शोधा. हातमोजे घालून तिला प्रथम उचलून पिशवीत टाका. पांढऱ्या कणांसारखी दिसणारी अंडी, माती, कोश, लहान कामकरी मुंग्या असे सर्व मोठ्या चमच्याने उचलून पिशवीत टाका. शक्यतो एकाच वारूळातील मुंग्या घ्या.
- लहान बाटली झाकण लावून बरणीत ठेवा. दोन बाटल्यांमध्ये पिशवीतील माती पसरून हलकेच दाबा. फार गच्च भरू नका. ओला स्पंजचा तुकडा लहान बाटलीवर ठेवा. रोज थोडे पाणी शिंपडून माती, स्पंज ओलसर ठेवा.
- मुंग्यांसाठी रोज थोडे अन्न टाका. जास्त अन्न झाले तर मुंग्या मरतात. एक थेंब मध ५० मुंग्यांना आठवडाभर पुरतो. बरणीवर नायलॉनच्या पायमोजांचा कपडा पसरून रबरबँडने झाकण लावा. बरणीभोवती काळा कागद गुंडाळा. मुंग्या काचेजवळ बारीक बिळे करतील. कागद काढून निरीक्षण करताना प्रकाश प्रखर असू नये (आकृती पाहा.).
- मातीत नवी बिळे तयार झाली तर मुंग्यांना वसाहत पसंत पडली. नाही तर त्या मरू लागल्या आहेत असे समजून होत्या त्या जागी सोडून द्या. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून या वसाहतीतील मुंग्यांचे निरीक्षण करा. आपले संवेदनातंतू त्या कसे वापरतात? एकमेकींना भेटल्या तर काय करतात? काही काळाने त्यांना त्यांच्या नैसर्गिक घराजवळ सोडून या.



- दुसऱ्या वारूळातील वेगळ्या प्रकारची मुंगी आणून यामध्ये सोडा. त्यापूर्वी तिच्यावर थेंबभर गुलाल टाका म्हणजे ती ओळखता येईल. ही मुंगी लवकरच मेलेली आढळेल. मुंग्या आपापल्या राणीशी एकनिष्ठ असतात.

मुंग्या, माश्या, मधमाश्या कीटकांच्या एकाच प्रजातीत येतात. मुंग्यांची वसाहत कामाची वाटणी करून राहते. मोठ्या मुंग्या पिल्लांची काळजी घेतात. पंख असलेल्या मुंग्या प्रजनन करतात तर पंख नसलेल्या मुंग्या कामकरी मुंग्या असतात. मुंग्यांच्या नरांनाही पंख असतात. मादीचे फलन झाल्यावर नर मुंग्या मरतात. प्रत्येक वसाहतीत एक किंवा त्याहून अधिक राणीमुंग्या असतात. रसायनाच्या वासावरून आणि तंतू (अँटेना) वापरून मुंग्या एकमेकींशी संदेशात्मक देवाणघेवाण करतात. पळून जाऊन वा चावून त्या स्वतःचे रक्षण करतात. मुंगी हा मानवाला उपयोगी पडणारा कीटक आहे. कारण सेंद्रिय कचरा विघटित करण्यास त्या मदत करतात. एका वस्तीमध्ये राहिलेली मुंगी दुसऱ्या वसतिस्थानात बहुतांश वेळा टिकत नाही. कारण इतर मुंग्या तिला बाहेर हाकलतात.

गांडुळांची शेती कशी कराल?

गांडुळ हा 'वलयांकित कृमी' या प्राणिसंघात (अॅनीलिडा) येतो. जमिनीत बीळ करून राहणाऱ्या या कृमीला एखाद्या काचेच्या बरणीत ठेवून वाढवता येईल.

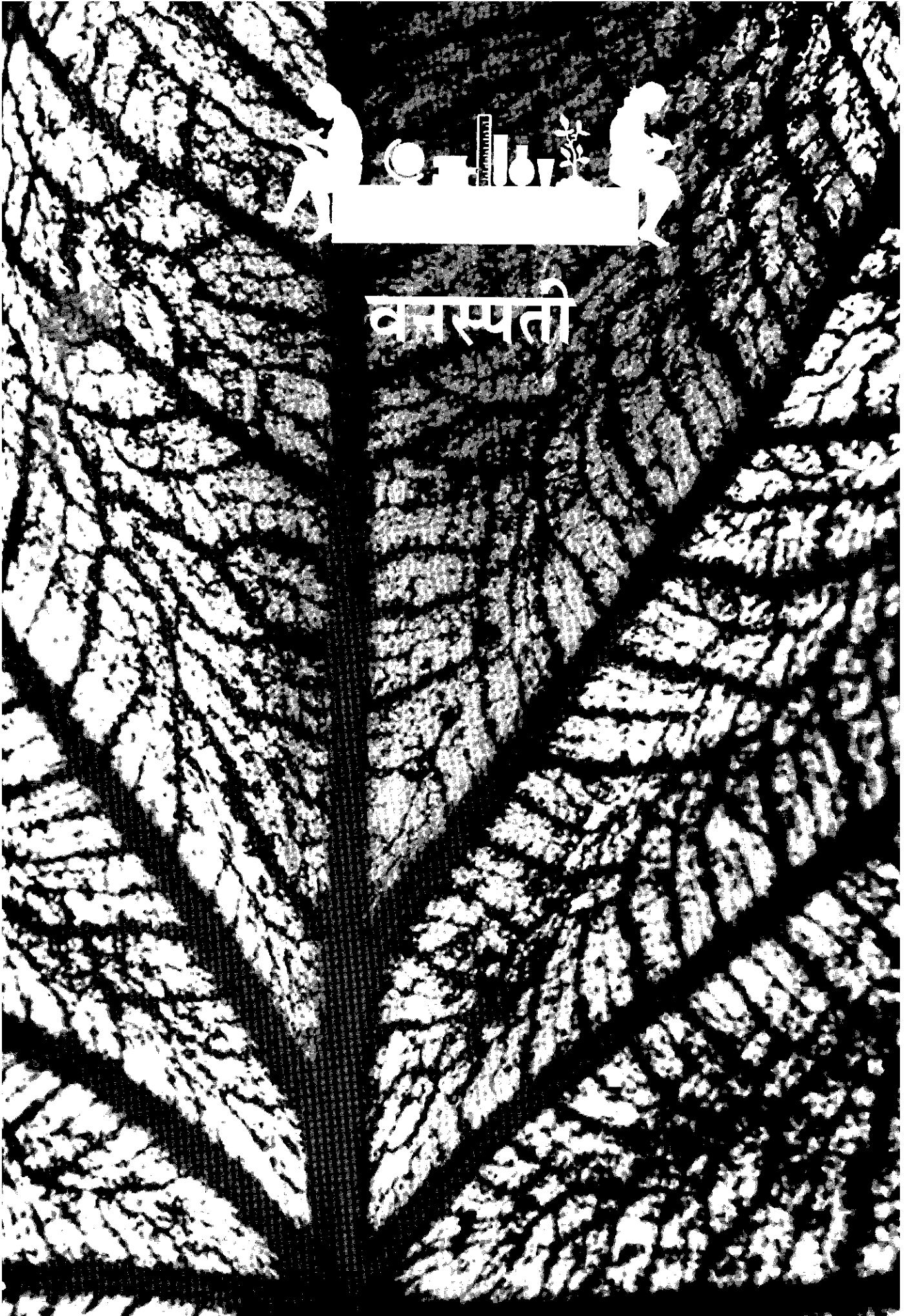
साहित्य : प्लॅस्टिक पिशवी, लहान फावडे, मोठ्या तोंडाची बरणी, वाळू, माती, नायलॉनचे मोजे, रबरबँड, काळा कागद, चिकटपट्टी, सूक्ष्मदर्शक भिंग, टीपकागद, साधा कागद, पाणी, अन्नपदार्थ, लाल रंगाचा कागद लावलेली विजेरी.

कृती :

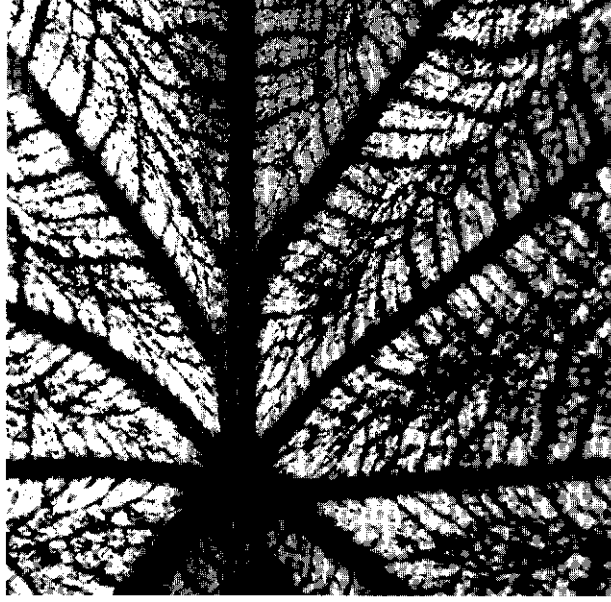
- पाऊस पडून गेल्यावर गांडुळे सहजतेने मिळतात. गांडुळांना लाल प्रकाश दिसत नाही. सावकाश चालत झाडाखाली लाल कागद लावलेली विजेरी फिरवा. जमीन हादरली तर गांडुळे बिळात लपतात. सावलीतील ओलसर जागेत दगडाखाली, पाचोळ्याखाली गांडुळे सापडतात. पाच-सहा गांडुळे सोबतच्या मातीसकट फावड्याने उचलून प्लॅस्टिक पिशवीत टाका.
 - तळाशी वाळू मग माती असे एकावर एक थर देऊन बरणी ३/४ भरा. मातीचे थर रुंद असावेत. पिशवीतील गांडुळे मातीसकट वरती ठेवा. पाणी शिंपडून थर ओलसर ठेवा. पाणी नसेल तर गांडुळे मरतात. खत, ब्रेडचे तुकडे, मक्याचे दाणे, कुजलेली पाने, शेवाळ, ओले गवत, साखर, फळे, भाजीचा चोथा असे अन्न आठवड्यातून एकदा बरणीत पसरून घाला.
 - बारीक जाळीच्या पायमोज्याच्या कपड्याने बरणीचे तोंड रबरबँड लावून बंद करा. बरणीभोवती काळा कागद गुंडाळून थंड अंधूक प्रकाशाच्या जागी ठेवा. पहिल्या आठवड्यात फक्त पाणी शिंपडण्यापुरते वा अन्न घालण्यापुरते झाकण उघडा. त्या वेळी बरणीचे निरीक्षण करा. प्रकाश पडताच वा बरणी हलताच गांडुळांची हालचाल होते. एखादा गांडुळ बाहेर काढून ओल्या कागदावर ठेवा. त्याची हालचाल, अवयव सूक्ष्मदर्शक भिंगातून पाहा. डोके, शेपटी ओळखता येते का? पाण्याचा थेंब अंगावर टाकला तर काय होते?
 - दर एकवीस दिवसांनी गांडुळे अंडी घालतात. उजेडात आणून बरणी वर्तमानपत्राच्या कागदावर उपडी करा आणि वाळू-मातीचे नवे थर घाला. मातीमध्ये अर्ध्या सें.मी. व्यासाची लांबट अंडी दिसतील. प्रथम पिवळसर असणारी अंडी नंतर जांभळट रंगाची होतात. मातीत आणखी काही कीटकांची अंडीही कदाचित मिळतील. ती टाकून घ्या. आणखी एक बरणी घेऊन तसेच थर घाला आणि मातीखाली ५ सें.मी. अंतरावर ही अंडी खुपसून ठेवा. अंडी उबून गांडुळे बाहेर येतील. ही माती बागेत नव्या रोपाखाली पसरा. ही अत्यंत सुपीक, नैसर्गिक माती आहे.
- गांडुळाच्या डोक्याकडचा १/४ भाग तोडला तरी त्याला नवे डोके फुटते.
 - जगामधील सर्वांत लांब गांडूळ द. आफ्रिकेत सापडल्याची नोंद आहे. त्याची लांबी ६.७ मीटर इतकी होती.
 - गांडूळ उलट करून पाहा. पोटाच्या कडेने लालसर रंग दिसतो. तो हिमोग्लोबिनमुळे आहे. मानवी रक्तात हाच पदार्थ असल्याने ते लाल असते.
 - थंडीमध्ये गांडुळे सुप्तनिद्रेत (हायबरनेशन) जातात. गांडुळांत नर आणि मादी असे दोन्ही प्रजननक्षम भाग असतात. त्यामुळे दुसरा गांडूळ नसला तरी ते पुनरुत्पादन करतात.
 - वलयांकित कृमी हे कीटक नाहीत. त्यांना कीटकांसारखे डोके, शरीर आणि पाय असे स्पष्ट विभागलेले अवयव नसतात. पाठीचा कणा नसल्याने ते सरपटणाऱ्या प्राणिगटात येत नाहीत. त्यांना पायही नसतात. त्यांच्या वलयांना तळाच्या बाजूस सूक्ष्म केस असतात. त्यांचा वापर करून प्रत्येक तुकडा पुढे ढकलत ते सरपटतात. त्यांचा मेंदू तिसऱ्या वलयात असतो, तर पाच ते अकरा या क्रमांकांच्या वलयांत त्यांची पाच हृदये असतात. एकूण शंभरावर वलये असतात. त्यांतील पहिल्या वलयात त्यांचे तोंड असते. गोल स्नायूमध्ये द्रव भरल्यामुळे गांडुळे टचटचीत, ओलसर आणि सहज वळू शकणारे प्राणी आहेत.
- ओल्या मऊ मातीत वलयांकित कृमी जोर देऊन खणतात आणि बिळे बनवतात. जमीन घट्ट असेल तर ती माती खातात आणि मऊ ओलसर मातीचे लहान लहान ढीग विष्टा म्हणून बाहेर टाकतात. त्यामुळे घट्ट माती भुसभुशीत होते आणि जमिनीत हवा खेळती राहते. अशी जमीन पिकासाठी उपयुक्त ठरते. कुजणाऱ्या वनस्पतींचे भाग खाऊन गांडुळे त्यांचे उत्तम नैसर्गिक खतात रूपांतर करतात. त्यांच्या बिळामुळे माती हवेशीर, पाणी धरून ठेवणारी होते म्हणून गांडुळांना 'शेतकऱ्याचा मित्र' असे म्हणतात.



वसुस्यती



वनस्पती



अनुक्रम

- आपले जीवनच वनस्पतींवर अवलंबून! / १८७
शोधू या वनस्पतींमधील विविधता / १८८
झाडापासून बनवा रबरबॅंड! / १८९
तुम्ही आहात का गुप्तहेर? / १९०
झाडाच्या खोडावर रेखलेला इतिहास / १९१
गवताच्या पाल्यापासून बनवा शिड्डी / १९२
सुकलेल्या फुलांची फुलदाणी / १९४
झाडांत दडलेला अत्राचा कारखाना / १९५
निसर्गाची/नैसर्गिक वातानुकूलन यंत्रे / १९६
पानांचे आकार तरी किती प्रकारचे! / १९७
रंगीत पाणी शोषणारे झाड / १९८
फुलावर करा नाजूकपणे शस्त्रक्रिया / १९९
फांदीवर कोंब कधी फुटतो? / २००
वनस्पती पाळतात का शेजारधर्म? / २०१
नैसर्गिक रंग वापरून रंगवा टी शर्ट / २०३
भूछत्र काढते ठिपक्यांचे चित्र / २०४
निसर्गाची अनोखी किमया / २०५
फक्त पाण्यावर अंकुरवा नवे जीवन / २०६
शाळेत भरवा कडधान्यांचे प्रदर्शन / २०७
काय? बीशिवायच झाड येते? कसे? / २०८
काचेच्या भांड्यात फांदीला मुळे आणा / २०९
झाडाला फसवता येते का? / २११
प्रकाशाकडे झेपावणारे झाड / २१२
झाडाला नक्की पाणी लागते तरी किती? / २१३
भाकरीवरची बाग / २१४

आपले जीवनच वनस्पतींवर अवलंबून!

वनस्पती अनेक प्रकारची कामे करतात. हवेतील कर्बवायू शोषून प्राणवायू सोडणे, कार्बन, सूर्यप्रकाश वापरून अन्न बनवणे, भूगृहाखालील पाण्याची पातळी राखणे, वातावरणातील धुळीला विरोध करून जमिनीची धूप रोखणे, तिचे रक्षण करणे, तापमान कमी राखणे, ध्वनिप्रदूषण कमी करणे, वाऱ्याचे झोत अडवणे, सावली देणे, प्राण्यांना अन्न व निवारा पुरवणे, मानवाला लाकूड, कागद, धागे म्हणजे वस्त्र, अनेक औषधे पुरवणे, परिसराचे सौंदर्य वाढवणे इ. महत्त्वाची कार्ये वनस्पतींमुळे होतात.

झाडाची पाने मानव अन्न म्हणून वापरतो. बऱ्याच झाडांचे मोजके भागच मानव खाऊ, पचवू शकतो. काही जंगली झाडांची फळे विषारी असतात, पण पाने मात्र खाता येतात. पालेभाज्या आपल्या रोजच्या जेवणात महत्त्वाचे अन्नघटक पुरवतात. वनस्पतींमधील वैविध्य, त्यांचे गुणधर्म माणसाला खरोखर अचंबित करून टाकतात.

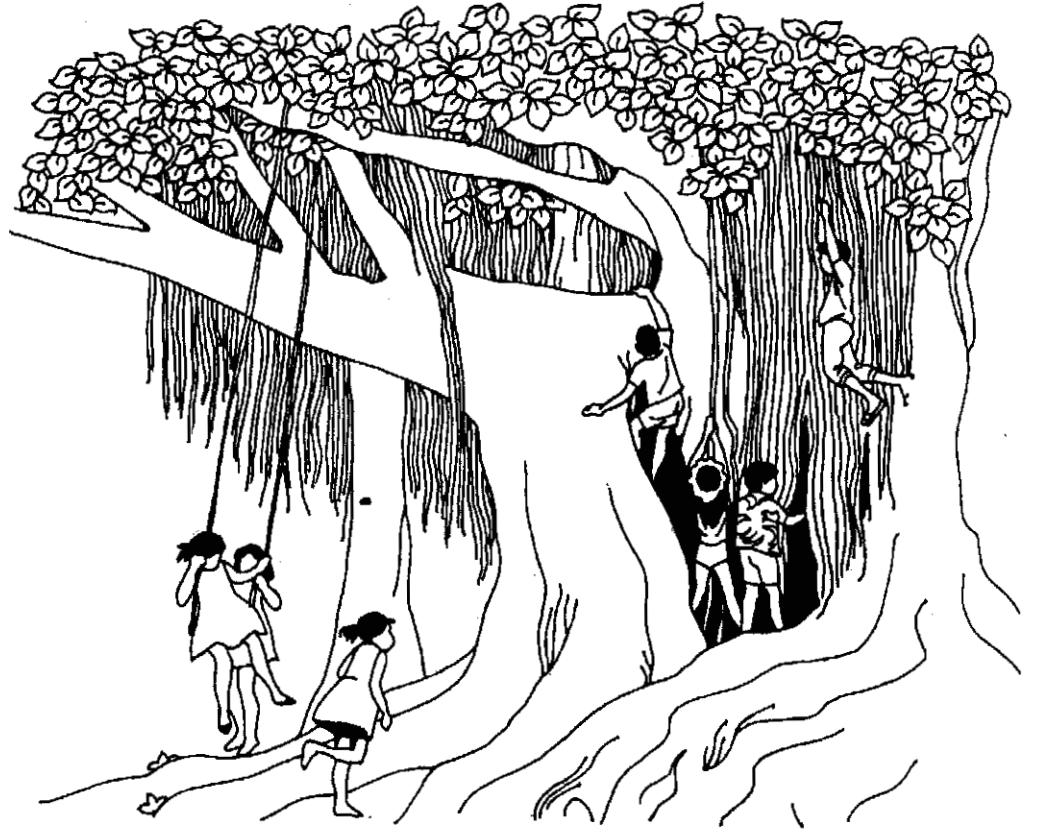
झाडांच्या छोट्या फांद्या छोटून जिगसॉ कोडी बनवता येतात. झाडे तोडताना वा आपोआप पडलेल्या फांद्यांचे चारपाच तुकडे करा. एकत्र मिसळा आणि पुन्हा एकमेकांना चपखल

बसतील असे जोडता येतात का पाहा. (या खेळाला जिगसॉ कोडे म्हणतात.) फांदीच्या तुटलेल्या भागातील वर्तुळे जोडणे, मोडलेले तुकडे एकमेकांत नीट बसवणे हा संकेत वापरून कोडे सोडवता येते. काटक्या मोडूनही हा खेळ खेळता येईल.

रोपे, झुडपे, फुले, गवत इ. आपल्याभोवतीचे वनस्पती जीवन सतत वाढत असते. एक रोप 'दत्तक' घ्या आणि रोज पाच मिनिटे तरी त्याची वाढ पाहा. दर दिवशी रोपामध्ये काय काय बदल घडतात त्याचे निरीक्षण करून नोंद करा. पानांचा आकार, रंग, संख्या, फांद्यांची संख्या, कळी येणे, फुलणे, फुले वा पाने झडणे रोज काहीतरी नवनवीन घडलेले दिसेल.

लाजाळूच्या पानांना नुसते बोट लावले तर पाने मिटतात.

जरा कल्पना करून पाहा. झाडांना मंद वाऱ्यावर झोके घेताना किंवा प्रचंड वादळात हेलकावताना कसे वाटत असेल? रिमझिम पावसात भिजताना, किंवा पावसाच्या माऱ्यात झोडपले जाताना, आणि आग लागली की कसे वाटत असेल? तुम्ही झाड आहात असे कल्पून अंगावर खार सरसरते आहे, झाडावर मुलगा चढतो आहे, खोडावर चाकूने कोरले जात आहे, तर तुम्हांला कसे वाटेल? डोळे मिटून अनुभवा.



शोधू या वनस्पतींमधील विविधता

काही झाडांचे गुणधर्म सारखे असतात म्हणून आपण त्यांना 'वनस्पती' या गटात गणतो. पण प्रत्येक प्रकारच्या वनस्पतीची खास वैशिष्ट्ये असतात, ती शोधा आणि सांगा. तुमच्या वर्णनावरून दुसऱ्याला कोडे घाला. त्याला रोप ओळखता येते का?

'व्हीनस' या नावाने एक फूल ओळखले जाते. त्याच्या मध्यभागील पुष्पकेसरांवर एखादा कीटक बसला की ते फूल मिटते. त्याच्या पाकळ्या जाडसर असतात, त्यामुळे कीटक आत बंदिस्त होतो. फुलातील तंतू कीटकाभोवती गुरफटून त्याला ठार मारतात आणि मग पाचकरस स्रवतात. या पाचकरसाच्या साहाय्याने कीटकाचे पचन होते.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, (उपलब्ध असल्यास झाडांचे गुणधर्म लिहिलेली पुस्तिका).

कृती :

1. एकाने बागेत अंगणात जाऊन रोप निवडून त्याचे वर्णन कागदावर लिहावे. इतरांनी तोपर्यंत कोणते रोप निवडले, हे मात्र अजिबात पाहायचे नाही. मुलाने आत येऊन कागद दिला की त्यावरील वर्णन वाचून ते विशिष्ट रोप इतरांनी ओळखायचे. दोन गट करून किंवा दोघांनाच हा खेळ खेळता येईल.
2. तुम्ही निवडलेल्या रोपाचे दोन मिनिटे निरीक्षण करा. त्यावर काही विशिष्ट रंगाचे फूल, कळी आहे का? पानांचा आकार कसा आहे? पानांवरच्या रेषा वेगळ्या आहेत का? आसपास असलेली एखादी खूण त्या वर्णनात सांगा म्हणजे बाग वा अंगण मोठे असेल तर अंदाजे जागा समजेल.
3. फक्त पानांचे वा फुलाचे वर्णन, रंग, वैशिष्ट्य सांगून एकाच गुणावर वनस्पती ओळखता आली तर पाहा. अशा किती वनस्पती एकाच घटकाच्या वर्णनावरून ओळखता येतात?
4. एकाच गुणधर्मावरून वनस्पती ओळखणे कठीण असते.

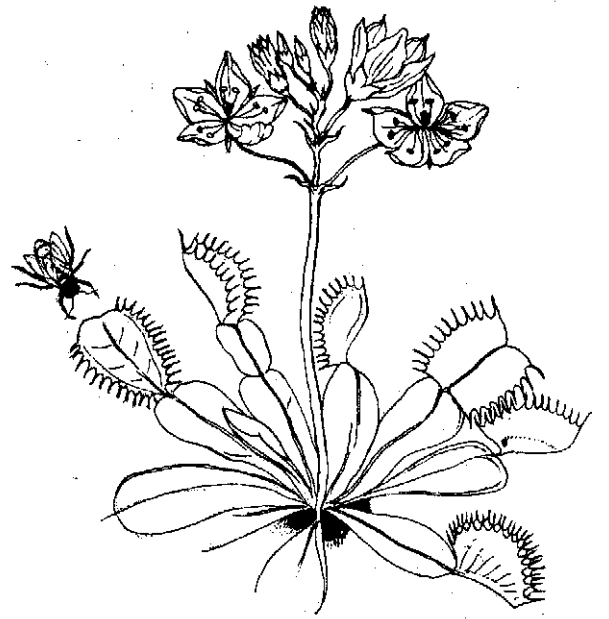


फार पूर्वीपासून मानव झाडांपासून अन्न मिळवत आला आहे. पालक, मेथी, चुका, लाल भाजी, कोबी ही सर्व पाने आहेत. लाल भोपळा, दुधीभोपळा, काकडी ही फळे आहेत. फ्लॉवर फूल आहे तर बटाटा जमिनीतील खोड आहे. मुळा, गाजर, बीट ही मुळे आहेत, तर शेंगदाणे, तांदूळ, गहू, मका, काजू या बिया आहेत. लसूण, कांदे ही जमिनीतील खोड आणि पाने यांचे मिश्रण आहे.

झाडे हिरवी असतात. त्यांना मुळे, खोड, फांद्या, पाने, फुले, फळे, बिया इ. अवयव असतात. त्यांतील काही घटक नसले तरी आपण त्यांना वनस्पती या गटात मोजतो. उदा. गाजर, मुळा यांना खोड नसते. लसूण कांदा यांना फांद्याशिवाय पाने येतात. मुळे मात्र सर्व झाडांना असतात. एका जागी स्थिर राहणे आणि स्वतः अन्न बनवणे हे वनस्पती गटाचे प्रमुख गुणधर्म मानता येतात.

तीनचार वैशिष्ट्ये लिहा. एकापासून सुरुवात करून एक एक वाढवत रोप ओळखायचा आणि वर्णन करायचा खेळ करा.

4. खोड, फांदी, पान, फूल, फळ हे घटक सारखे असले तरी रोपाचा वेगळेपणा कशात असतो पाहा. दहा झाडांच्या पानांचे एकत्रित वर्णन करा आणि मग स्वतंत्र पणे प्रत्येक पानाचे करा.



झाडापासून बनवा रबरबँड!

हिरवी झाडे अथवा रोपे तुटली की आतून एक पाण्यासारखा पदार्थ बाहेर येतो. बोटाना चिकट लागणारा हा पदार्थ गोंदासारखा वापरता येतो. त्याचे रबरबँडदेखील तुम्ही बनवू शकाल.

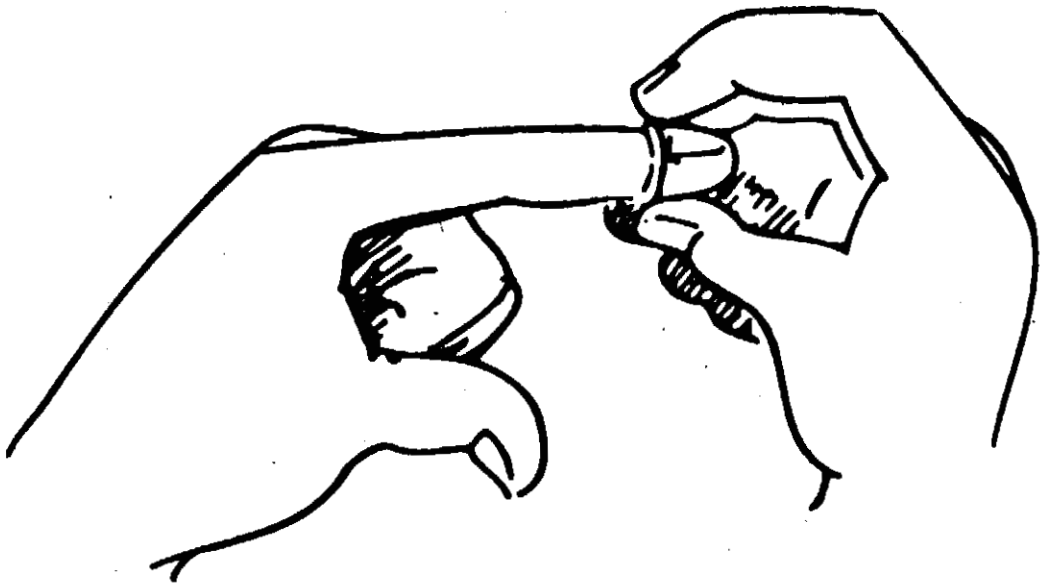
साहित्य : पांढरट रस जास्त प्रमाणात येणाऱ्या रानवेली.

कृती :

१. झुडपावर आपले तंतू पसरून वाढलेल्या वेलीची लहानशी डहाळी घेऊन ती वाकवा. पिवळट रानफुले असलेल्या 'डॅडेलियन' नावाच्या वेलीला गोंद चांगला असतो. पाने मध्यभागी दुमडली की हा रस बाहेर येऊन टपोरा थेंब दिसतो.
२. तर्जनीच्या पुढील पेरावरती असे दोनतीन थेंब घेऊन नीट पसरवून लावा.
३. हा रस पूर्ण वाळला की रंगहीन होतो. त्यापूर्वी अंगठ्याने स्पर्श करून पाहिले, तर चिकट गोंद असल्यासारख्या तारा येतात.
४. पूर्ण वाळल्यावर दुसऱ्या हाताची बोटे सावकाश फिरवून मोजा काढतो तसे या रसाचा वाळलेला पापुद्रा फिरवून काढा. गोल कडे बाहेर येईल ते रबरबँडसारखे वापरता येते.
५. अशा प्रकारे चारपाच प्रकारच्या झाडांचा रस वाळवून रबरबँड बनवा आणि सावकाश ताणून तुलना करा. काही झाडांचे कमी तर काहींचे रबरबँड जास्त ताणले जातील.

पालेभाज्यांमध्ये भरपूर पाणी असते. माठ, पालक यांमध्ये ते ८०% हून जास्त असते. या भाज्या शिजवताना त्याच पाण्यात शिजवल्या तर अधिक अन्नरस मिळतात.

वसंत ऋतूत आणि पुढे ग्रीष्म ऋतूत (मार्च, एप्रिल, मे महिने) झाडे जमिनीतून अन्न व पाणी मिळवतात. त्यासाठी त्यांची मुळे जमिनीमध्ये खोलवर पसरून पाणी शोषून घेतात. खोडामधून, फांद्यांमधून ते पाणी पानांपर्यंत पोचते. पानांमध्ये सूर्यप्रकाशाशी प्रक्रिया होऊन एक प्रकारची साखर बनते आणि पाण्यात विरघळते. सर्व झाडात हे द्रवरूप अन्न पुरवले जाते. मानवी रक्त शरीरातून वाहताना सर्व अवयवांना, पेशींना प्राणवायू, अन्न पुरवते त्याचप्रमाणे हा रस वनस्पतीत फिरतो. हिवाळ्यात पाने गळतात तेव्हा हा रस पिष्टमय पदार्थ बनून खोडात साठवला जातो. वसंत ऋतूच्या सुरुवातीला परत त्याचे साखरेच्या द्रवात रूपांतर होते आणि खोडाला, फांद्यांना धुमारे फुटून पाने येतात. काही झाडांना चिरा देऊन हा रस गोळा करतात. त्याचा औषधासाठी, खाण्यासाठी वापर करतात. गरम केल्यावर ही साखर रबरासारखी ताणली जाते. प्रत्यक्षात रबराचे सूक्ष्म कण पाण्यात तरंगत असतात. पाणी आटून सुकले की ते जोडले जातात आणि त्याचे धागे बनतात. तेच रबरबँड आपण बनवले आहे.



तुम्ही आहात का गुप्तहेर?

झाडाचा मृत्यू कशाने झाला हे शोधणे त्याच्या जगण्याबद्दल बरीच माहिती देते. एखादे मरत चाललेले रोप पाहा आणि कारणे शोधा.

साहित्य : सूक्ष्मदर्शक भिंग.

कृती :

१. एखादे मरत चाललेले वा मेलेले झाड शोधा. तो एखादा जुना मोठा वृक्ष असेल किंवा लहान रोप असेल. त्याला पाने नसतात. नवे धुमारे दिसत नाहीत. वरचा शेंडा सुक्या काटकीसारखा असतो आणि तळाशी पिवळट पाने, काटक्या गळून पडलेल्या दिसतात.
२. झाडाचे वय झालेले असणे, पाणी न मिळणे, वाऱ्याच्या झोताने उन्मळून पडणे, कीड लागणे, बुरशीचे काळे डाग पडून आजारी होऊन झाड सुकणे किंवा कुणीतरी तोडणे अशा अनेक कारणांनी झाड वा रोप मरते. काही वेळा तर बांडगूळ उगवते आणि तेच फोफावते. त्यामुळे मूळ झाड क्षीण होते. कधी सभोवती गच्च वेली वाढत जातात, त्यामुळे झाड सुकते. कधी वरती मोठे वृक्ष सावली धरत राहिले तर ऊन न मिळाल्याने रोपे खुरटतात आणि मरतात. एकसारख्या आघातामुळे झाड मोडते. पायदळी तुडवले गेले तरी लहान रोपे वाकतात आणि हळूहळू मरतात.
३. मरणाऱ्या वा मृत रोपाला नीट पाहा आणि कारण शोधा. प्रथम अंदाज बांधा. वय होऊन मोठे झाड मरते तेव्हा बुंधा जाड वलयंकित असतो. रोप असेल तर फुले, फळे येऊन बहर संपलेला असतो. कीटकांनी, कीडामुंग्यांनी पोखरले असेल तर सूक्ष्मदर्शक भिंगातून तशा खुणा दिसतात. अळ्यांनी खाल्लेली, कातरलेली पाने, बारीक भोके, काळी-पांढरी सूक्ष्म अंडी किंवा पूड यांपैकी काहीतरी दिसते.
४. आपण केलेला पहिला अंदाज बरोबर असतोच असे

नाही. काही वेळा निरोगी झाड, फांद्यांचा पसारा फारच वाढला, एकमेकींना अडथळा होऊ लागला तर फांद्या छोटल्यासारख्या सुक्या होऊन पडते. नवी पाने यायच्या सुमारास काही झाडे, पाने गळल्यामुळे मृतवत भासतात. एखादी लहानशी डहाळी वाकवून बधितली की हिरवीगार, लवचीक आढळते. ऋतू बदलला की अशा झाडांना पुन्हा हिरवे अंकुर फुटतात आणि झाड बहरते.

झाडांची साले ओरबाडली गेली, लहान फांद्या, पाने छोटली गेली तर त्या जागी नव्या फांद्या फुटतात, पाने येतात. झाडाची साल परत येते. प्राण्यांमध्ये ते इतक्या सहजतेने होत नाही. आपले झालेले शारीरिक नुकसान आपोआप लवकर भरून काढायची झाडामध्ये शक्ती असते.

माणसाचा मृत्यू आजारी पडून होतो, अपघाताने होतो, एखादी महत्त्वाची यंत्रणा बिघाड होऊन पटकन बंद पडते म्हणून होतो (उदा. हृदयघात, मेंदूमध्ये अवरोध, श्वास गुदमरणे इ.); खून वा घातपाताने होतो. योग्य तऱ्हेने तपासणी केली तर मृत्यूचे कारण शोधून काढता येते. खून झाला तर विषप्रयोग, बंदुकीची गोळी, भोसकून, गळा दाबल्याने असे अनेक पर्याय असतात. गुप्तहेर एकेक पर्याय शोधत नेमके कारण शोधू शकतात. असेच एकएक पर्याय क्रमाने तपासत झाडाच्या मृत्यूचे कारण शोधता येते. तुम्हीच गुप्तहेर बनून असे कारण शोधू शकाल?



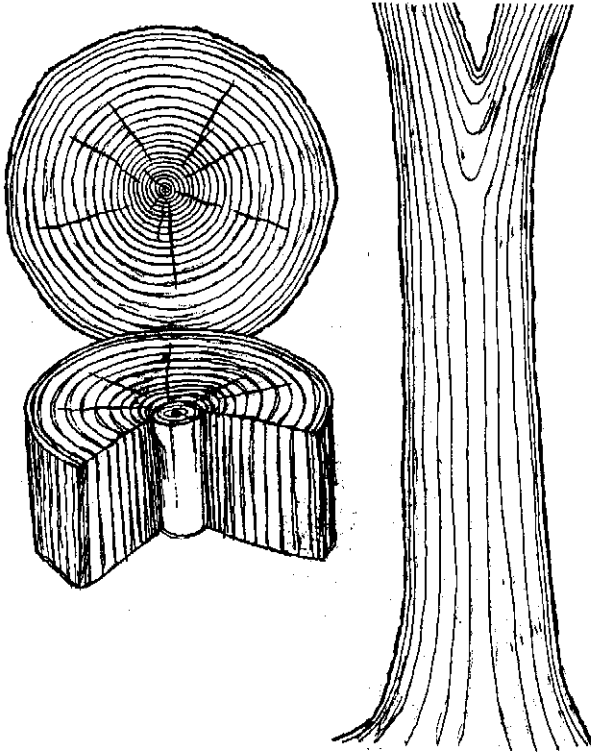
झाडाच्या खोडावर रेखलेला इतिहास

मृत झाडाच्या खोडावरून त्याचे अंतरंग, वय, त्याच्या वाढीचा इतिहास, त्यावेळचे हवामान याबद्दल माहिती घेता येते. कसे ते पाहा.

साहित्य : झाडाचा आडवा कापलेला बुंधा, टाचण्या, सूक्ष्मदर्शक भिंग.

कृती :

- झाडाचे खोड बारकाईने पाहा. त्यावर गोल, गडद फिकट रंगाची वर्तुळे दिसतील. ही वर्तुळे मोजा. मोठे जुने खोड असेल तर दहाव्या वर्तुळाला टाचणी टोचून वर्तुळे नीट मोजता येतात.
- प्रत्येक वर्षी जिवंत झाडाच्या बुंध्यावर एक नवे वर्तुळ बनते. मृत झाडाची वर्तुळे मोजून त्याचे वय काढा. वर्तुळांची संख्या म्हणजेच झाडाचे वय आहे. यावरून तुम्ही जन्माला आला तेव्हा झाड किती वर्षांचे होते हे शोधून काढा. झाडाचे वय तुमच्याइतके होते तेव्हा त्याचा बुंधा किती जाड होता हेही यावरून कळू शकते.



पिंपळ, वडासारखी झाडे ५०० ते ६०० वर्षे जगू शकतात. पृथ्वीवरील सर्वात जुने झाड ४५०० वर्षे वयाचे 'पाइन' जातीचे असून पश्चिम अमेरिकेत ते जतन केलेले आहे.

झाडाच्या मुख्य खोडामध्ये दरवर्षी पातळ नवा थर जमा होतो, तो आतील सर्व थरांना कवेत घेऊन वाढतो. झाडाची वाढ त्याच्या मृत्यूपर्यंत होत असते. प्रत्येक वर्तुळ हलक्या आणि गडद रंगाने बनलेले असते. दोन वर्तुळे मिळून एक वर्ष वय दाखवतात. फक्त गडद रंगाची वा फिक्या रंगाची वर्तुळे मोजली तर झाडाचे वय काढता येते. वसंत ऋतूत झाडांची वाढ झपाट्याने होते आणि फिक्या रंगाचे वर्तुळ बनते. उन्हाळ्यात झाड हळू वाढते आणि गडद रंगाचे लाकूड तयार होते. जितकी वाढ सावकाश होते तितके वर्तुळ गडद होते. क्वचित झाड जोमाने वाढते आणि वर्षाला एकाऐवजी दोन वर्तुळे तयार होतात. उन्हाळ्यात मधेच भरपूर पाऊस पडला तर असे होते. विषुववृत्तावर रोज पाऊस पडतो आणि त्यामुळे झाडाची वाढ एकाच गतीने होते. त्या ठिकाणी झाडांना अशी वर्तुळे दिसत नाहीत.

या वर्तुळांची जाडी आणि रंगावरून त्या वर्षाच्या हवामानाचा अंदाज करता येतो. रंग काळसर आणि कमी जाडी पाचव्या वर्तुळात आढळली तर झाड पाच वर्षांचे असताना पाऊस त्या वर्षी कमी पडला, असे अनुमान निघते. एकूण वर्तुळांची संख्या मोजून ते वर्ष सहज काढता येते.

- दरवर्षी झाडांची वाढ एकसारखी होत नाही. काही वर्तुळे जास्त रुंद तर काही अरुंद असतात. रंग पिवळट पासून गडद तपकिरी असा बदलत गेल्याने वर्तुळे स्पष्ट मोजता येतात. ज्या वर्षी जाडी कमी आहे त्या वर्षी झाडाची वाढ कमी झाली आणि जास्त आहे त्या वर्षी जास्त झाली, असा निष्कर्ष काढता येतो. (उदा., झाड दहा वर्षांचे असताना वाढ जास्त झाली कारण दहावे वर्तुळ नऊ व अकरापेक्षा रुंद आहे इ.) काही ठिकाणी ही वर्तुळे इतर भागांपेक्षा जास्त रुंद असतात तर तेच वर्तुळ विरुद्ध बाजूला बारीक असते. याचा अर्थ असा निघतो की, त्या वर्षी झाडाची वाढ त्या दिशेने जास्त झाली. झाडांची वाढ सर्व दिशांनी सारखीच असते असे नाही.

खोडाचा आडवा छेद लक्षपूर्वक पाहिला तर सर्वात वरची साल जाड, सुकलेली, करडी, राखी अशी असते. त्यामुळे आतील भागाचे संरक्षण होते. ही बाह्यसाल होय. त्यानंतर हिरवट ओलसर आंतरसाल बाह्यसालीला जोडूनच असते. त्यानंतर झाडाचा रस वाहून नेणारा भाग असतो. आंतरसाल आणि हा भाग एकजीव झालेला असतो. त्याला 'सॅपवूड' असे म्हणतात. हा भाग काढून टाकला तर झाड मरू शकते. त्यानंतर पातळ असा एक थर असतो. दरवर्षी या थरापासून रस वाहून नेणारा नवा थर तयार होतो. आणि जुना थर आतील बाजूस कडी बनतो. या लगतच नव्या फांद्या फुटणारे कोंब असतात. तिथून फांदी फुटली की रस वाहून नेणारा थर वाकतो आणि फांदीसह आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे पुढे रस नेतो. फांदी फुटते तिथे नंतर स्वतंत्र थर जमा होतात. पण अंतर्भाग जोडलेला राहतो. मधला गडद भाग हा झाडाचा सर्वात जुना भाग. तो कडक असतो. त्यातून अन्न, पाण्याचे वहन वा साठवण होत नाही. पण झाडाला आधार देण्याचे महत्त्वाचे काम हा भाग करतो. फांद्या, पाने, फुले, फळे या भागावर मुख्यत्वेकरून तोललेले असतात.

मोठे झाड तोडायचे असले तर बुंध्याभोवतीची साल खोदून त्यात विषारी द्रव्ये भरून आधी झाड कमकुवत करतात आणि मग तोडतात.

४. खोडाच्या तुटलेल्या वर्तुळांवरून झाड पडले तेव्हा ते कोणत्या दिशेने पडले ते ओळखता येते. त्या बाजूला झाडाची साल पुढे आलेली असते, सुटलेली असते. तर विरुद्ध बाजूला मात्र सालीवर एकदम आडवा छेद दिसतो.
५. झाडाला जोडून फांदी असेल तर त्यावरची वर्तुळे मोजून फांदीचे वय, ती झाडाला केव्हा फुटली इ. माहिती मिळू शकते. फांदीवरची वर्तुळे खोडापेक्षा नेहमीच कमी भरतात.

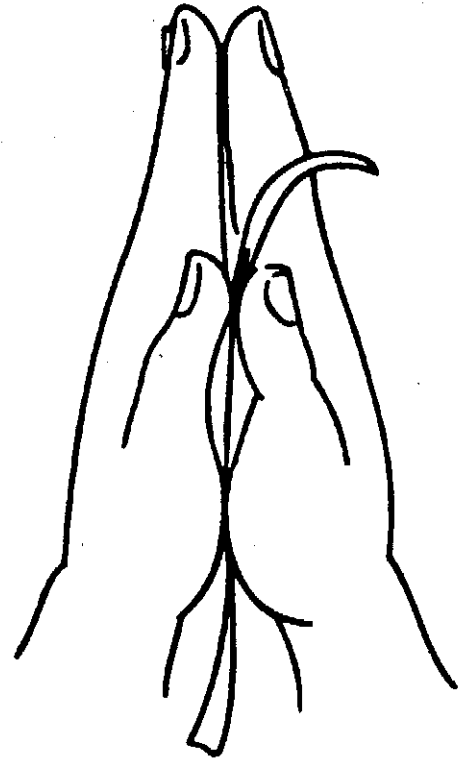
गवताच्या पात्यापासून बनवा शिटी

सर्व प्रकारच्या वनस्पतींमध्ये सर्वात चिवट म्हणजे गवत. हवामान, प्राणी आणि इतर बदल सहजपणे स्वीकारून गवत वाढत राहते. गवताच्या पात्याची शिटी बनवा.

साहित्य : जाड रुंद पातीचे गवत

कृती :

१. गवतामुळे रोपे नीट वाढत नाहीत. म्हणून लावलेल्या रोपाभोवतीचे गवत सतत उपटत राहावे लागते नाहीतर जमिनीच्या वरच्या थरातील सर्व अन्न, पाणी, गवतच शोषून घेते. (गवताचे दहा बारा सें.मी. लांबीचे जाडसर पाते घ्या).
२. दोन्ही हातांच्या अंगठ्यांमध्ये गवताचे पाते पकडा. पात्याचे सुटे टोक तोंडासमोर यावे. दोन्ही हातांची बोटे आणि अंगठ्याखालचा फुगीर भाग एकमेकांना चिकटून ठेवा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे उभ्या पात्याची टोके या भागाने आणि अंगठ्याने घट्ट पकडा. पाते जितके ताणले जाईल तितका अधिक चांगला आवाज येईल.



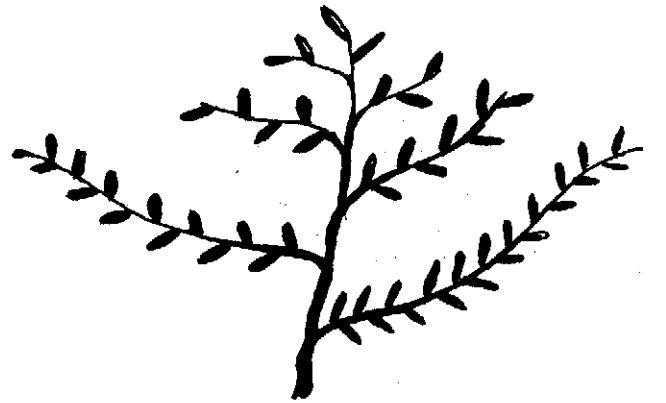
३. अंगठ्याच्या जुळणीखाली भोक येईल त्यामध्ये फुंकर घाला. थोडा सराव केला तर सहज शिटी मारता येते. फार जोरात वा फार हळू फुंकर मारू नका. मध्यम वेगाने फुंकर घातली तर पटकन आवाज येतो. पात्यावरचा ताण कमीजास्त करून शिटी उंच वा खालच्या स्वरात बदलता येते.

गवताच्या काही जाती उंच तर काही अगदी पसरट असतात. त्यांतील फरक नोंदा.

'गवत' यामध्ये अनेक प्रकार आहेत. कोरड्या जागेतील आणि ओलसर जागेतील गवतात फरक असतो. काही गवतपात्यांना सांधे असतात. पाते ओढले की सांधा मोडतो. अशा गवताची मुळे एकमेकांत जाळीसारखी गुंतलेली असतात आणि जमिनीलगत ती पसरतात. सांधा जमिनीला टेकला की त्यातून मुळे फुटतात आणि तिथेच रुजतात. गवताचा पुढील शेंडा कापला तर गवत वाढत नाही. हरळ नावाचे हिरवेगार गवत झपाट्याने वाढते. त्यांची मुळे त्रिकोणी असतात. पाणी असलेल्या जागी ही झपाट्याने वाढतात. यांची पाती पोकळ असतात आणि पुढे आखूड पाती असतात. कितीही उपटून

काढली तरी हरळ परत परत त्या जागी उगवत राहते. काही जाड पात्यांच्या जाती पाणथळ जागी वाढतात. त्यांना जांभळट, पिवळट असे फुलांचे तुरे येतात. काही उंच गवताचे तुरे शोभिवंत दिसतात. गवताची उंच कुरणे काही जागी आठदहा फूट एवढी उंच वाढलेली नोंदली गेली आहेत. आफ्रिकेतील जंगलात हत्ती, झेब्रासारखे प्राणी अशा कुरणात लपले जातात. गहू, तांदूळ, मका, जोंधळा, नाचणी इ. धान्ये हीदेखील उभ्या वाढणाऱ्या 'गवत' या गटात मोडतात. त्यातून मानवाला अन्न मिळते.

काही रोपांना वेटोळ्यासारखी विरुद्ध बाजूने पाने फुटतात. मधल्या देठाला एका बाजूला एक पान तर विरुद्ध बाजूला दुसरे पान फुटते (गवताचे काही प्रकार, गुलाबाच्या पाकळ्या इ.). मुख्य देठाला फुटलेल्या प्रत्येक दांड्याची पाने मोजा. हाताने दांडा सरळ करून मोजावे लागेल. अशा तऱ्हेने सर्व वेटोळी पूर्ण होतील अशी पाने मोजा. बहुतांश वेळा पानांची संख्या १, २, ३, ५, ८, १३, २१, ...अशी येते. या क्रमाने पुढचा आकडा हा आधीच्या दोन आकड्यांच्या बेरजेइतका येतो. असा क्रम का येतो याचे कोडे अजूनही वनस्पतिशास्त्रज्ञांना उलगडता आलेले नाही.



सुकलेल्या फुलांची फुलदाणी

जीवशास्त्राचे दोन भाग पडतात. प्राणिशास्त्रात प्राण्यांचा तर वनस्पतिशास्त्रात वनस्पतींचा अभ्यास केला जातो. अतिसूक्ष्मदर्शक यंत्राचा शोध लागेपर्यंत या शास्त्राची प्रगती डोळ्याने दिसणाऱ्या वनस्पतींच्या भागापुरती मर्यादित होती. त्यानंतर वनस्पतींच्या पेशी, त्यांची अंतर्गत रचना, सूक्ष्म झाडे इत्यादींचा अभ्यास बारकाईने झाला.

कॅनडाच्या उत्तर भागातील अतिथंड अशी आर्क्टिक प्रदेशातील प्रूस ही एक वनस्पती १०० वर्षांहून अधिक काळात फक्त अर्धा मीटर उंचीपर्यंतच वाढते.

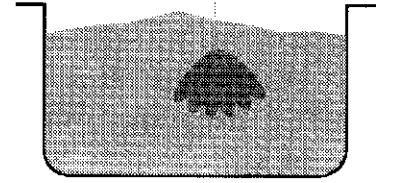
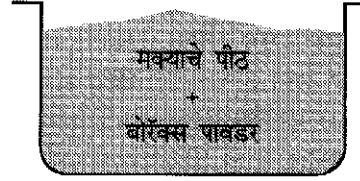
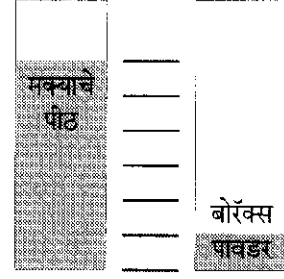
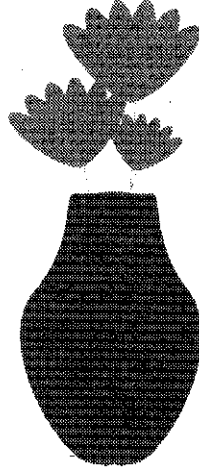
रानातील किंवा बागेतील फुले सुकवून त्यांच्या सुंदर पुष्परचना करता येतात.

साहित्य : मक्याचे पीठ, बोरॅक्स पावडर, काचेचे पसरट भांडे

कृती :

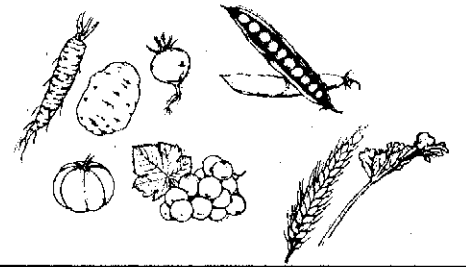
फुले सुकवण्यासाठी सहा भाग मक्याच्या पिठात १ भाग बोरॅक्स पावडर मिसळा. एका काचेच्या पसरट भांड्यात हे मिश्रण भरा. आणि उंच देठासकट उलटे फूल त्या मिश्रणात बुडवा. पूर्ण फूल आणि हवा तेवढा देठ मिश्रणात बुडला पाहिजे. दोन आठवड्यांनी सुकलेले पीठ दूर करा. मधे सुंदर सुकलेले फूल मिळेल.

झाडांचे विश्व विविधतेने नटलेले आहे. बिया तयार करणारी झाडे फळे देतात. प्रथम फुले येतात आणि परागीभवन होण्यासाठी कीटकांना आकर्षित करतात. परागीभवनांतर फुलाचे काम संपते. तयार झालेल्या बीजाचे रक्षण करण्यासाठी भोवती गराचा थर बनतो ते म्हणजे फळ. जेव्हा बी जमिनीत रुजते तेव्हा काही काळ या गरामुळे नव्या तयार होणाऱ्या झाडाचे पोषण केले जाते. काकड्या, द्राक्षे, कलिंगड, श्रावणघेवडा, केळी, टोमॅटो वगैरे सर्व गोड गराची फळे आहेत. त्यांमध्ये बिया असतात.



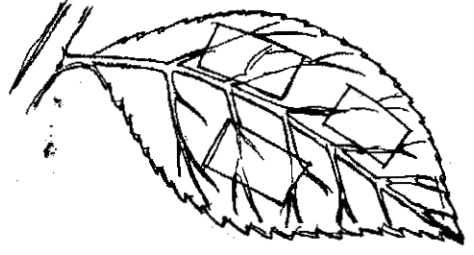
जगामध्ये अन्नउत्पादनात गहू, मका, तांदूळ यानंतर बटाट्याचा क्रमांक आहे. एकरी उत्पन्न पाहिले, तर वरील तिघांपेक्षा बटाटा जास्त उत्पन्न देतो. बटाटे आणि दुधाचे पदार्थ मिळून पूर्णान्न बनते. युरोपमध्ये सर्वात जास्त प्रमाणात बटाटा खाल्ला जातो. बटाट्याच्या १०,००० जाती आहेत. आपल्या देशात बटाटा मोठ्या प्रमाणावर पिकवला जातो. बटाट्यापासून अनेक तयार अन्नपदार्थ बनतात आणि त्यापासून मद्यार्कनिर्मितीही (अल्कोहोल) करता येते.

टोमॅटो हे विषारी फळ आहे असे अनेक वर्षे मानले जात होते. त्याच्या लाल रंगामुळे फ्रान्समध्ये त्याला 'प्रेमाचे सफरचंद' म्हणत असत. खाण्यापेक्षा प्रेक्षणीय म्हणून टोमॅटोचा वापर होत असे. पण पेरू या देशाबरोबरच इतर दक्षिण अमेरिकी देशांत हजारो वर्षांपासून टोमॅटो अन्न म्हणून वापरला जातो. आज जगभर टोमॅटो आणि त्यापासून तयार होणारे अन्नपदार्थ यांना मागणी आहे. आबालवृद्धांचा तो आवडता अन्नपदार्थ बनला आहे.



झाडांत दडलेला अन्नाचा कारखाना

झाडांची हिरवी पाने म्हणजे अन्न तयार करणारे छोटे छोटे कारखाने आहेत. पानांमध्ये होणाऱ्या घटना आपण पाहिल्या तर या कारखान्यामधील अन्न तयार करायची पद्धत आपल्याला समजू शकेल.

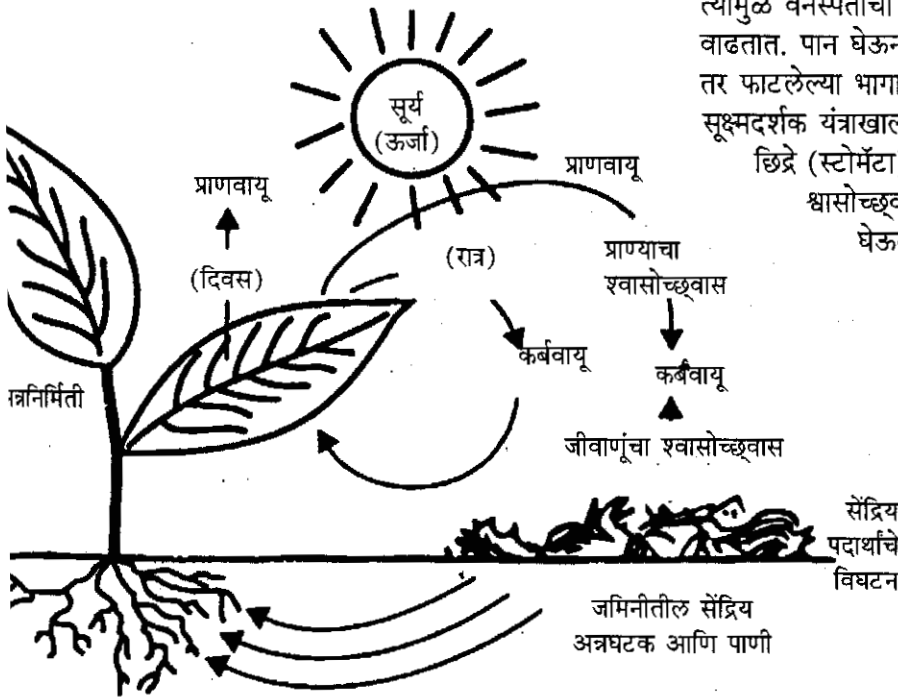


साहित्य : पाने, मद्यार्क, कागद टाचायच्या पिना, पुड्डा, पेले, कात्री, पेट्रोलियम जेली (व्हॅसलिन), उकळते पाणी, मोजपात्र.

कृती :

- बागेत, गावाबाहेर, रानात जाऊन पाने जमवा. पोपटी ते गडद हिरवा असे चढत्या क्रमाने ती मांडून ठेवा. रंगाचा आणि पानाच्या स्थानाचा संबंध पाहा. उन्हाजवळ, झाडाच्या शेंड्यापाशी पाने फिकी असतात तर सावलीतील झुडपाची, तळातील फांद्यांची पाने गडद हिरवी असतात. रोपाच्या जातीवरही पानाचा रंग अवलंबून असतो.
- बशीमध्ये मद्यार्क घालून त्यात एक ताजे पान घाला. हे पान आधी गरम पाण्यात बुडवले असेल तर हरितद्रव्य लवकर स्वतंत्र होते. काही तासांनी पानाचा हिरवा रंग मद्यार्कात उतरतो. वेगवेगळ्या हिरव्या छटांची पाने एकाच मापाने घेतलेल्या मद्यार्कात टाका आणि त्यात उतरलेल्या हिरव्या रंगाची तुलना करा.

- पानाचा काही भाग झाकता येईल अशा आकाराचे पुड्ड्याचे तुकडे कापा. कागद टाचायच्या पिना वापरून ते तुकडे पानावर बसवा. पानाच्या तेवढ्याच भागावरील सूर्यप्रकाश अडवला जाईल. चार दिवसांनी पुड्डा काढून पाहा. पानाचा तेवढ्याच भाग पिवळट झालेला दिसेल. त्या जागी अन्न तयार होण्याची प्रक्रिया (फोटोसिंथेसिस, प्रकाशसंश्लेषण) होत नाही.
- पानावरती लहानलहान गोल छिद्रे असतात. त्यांतून कर्बवायू आत घेतला जातो. तसेच पानावर, एक पातळ तेलकट थर असतो त्यामुळे पानातील पाण्याचे बाष्पीभवन होण्याची क्रिया मंदावते. हा थर पारदर्शक असल्याने सूर्यप्रकाश आत जातो. पानावर व्हॅसलिन लावून छिद्रे बंद केली तर पाने हळूहळू सुकत जातात.



सूर्याचा प्रकाश, जमिनीतील पाणी, सेंद्रिय द्रव्ये, हवेतील कर्बवायू आणि पानातील हरितद्रव्य यांच्या सहयोगाने पाने, साखर आणि पिष्टमय पदार्थ बनवतात. हे अन्नपदार्थ नलिकांच्या मार्फत सर्व झाडांमध्ये पोचतात त्यामुळे वनस्पतींची वाढ होते. मुळे, फांद्या, फुले, फळे वाढतात. पान घेऊन त्याचे सावकाश उभे दोन तुकडे केले तर फाटलेल्या भागात एक पातळ पापुद्रा दिसतो. सूक्ष्मदर्शक यंत्राखाली हा पापुद्रा पाहिला तर त्यात गोल छिद्रे (स्टोमॅटा) दिसतात. त्यांतून वनस्पती श्वासोच्छ्वास करतात. दिवसा हवेतील कर्बवायू घेऊन अन्न बनवतात आणि प्राणवायूचे उत्सर्जन करतात तर रात्री प्रकाश नसतो त्यामुळे प्रकाशसंश्लेषण होत नाही व वनस्पती अन्न बनवू शकत नाहीत.

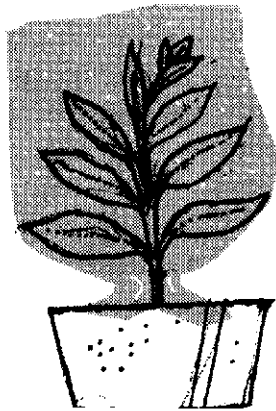
निसर्गाची/नैसर्गिक वातानुकूलन यंत्रे

झाडांमुळे वातावरणातील तापमान कमी होते. पानामधून पाण्याचे बाष्पीभवन होते आणि त्यासाठी आसपासच्या वातावरणातील उष्णता शोषली जाऊन हवा थंड होते. पानातून किती प्रमाणात बाष्पीभवन होते ते या प्रयोगात पाहा.

साहित्य : प्लॅस्टिकची पिशवी, गोटी, तारेचा तुकडा, मोजपात्र.

कृती :

१. एक सशक्त हिरवेगार रोप वा झुडूप निवडा. प्लॅस्टिकची पिशवी फुगवून तिला भोक नाही याची खात्री करा. रोपाची एक फांदी प्लॅस्टिकच्या पिशवीत घाला. पिशवीत एक गोटी/छोटा दगड घाला म्हणजे ती खाली लोंबत राहील. पिशवीतील फांदीवरील पाने मोजा. तारेच्या तुकड्याने फांदीच्या मुळाशी पिशवीचे तोंड हवाबंद होईल असे बांधा. फांदी दुखावली जाऊ नये, परंतु हवाबंद व्हावी म्हणून पिशवीच्या तोंडाला चुण्या घेऊन घट्ट बंद करा.
२. चौवीस तासांनी पिशवी पाहा. त्यात पाणी साठलेले दिसेल.
३. पिशवी सोडवून मोजपात्रात पाणी ओता. पाण्याच्या आकारमानावरून आणि पानांच्या संख्येवरून प्रत्येक पान किती पाणी बाहेर टाकते हे शोधून काढा.
४. रोपावरची सर्व पाने मोजा. प्रत्येक पान किती पाणी देते हे शोधून काढल्यामुळे पूर्ण रोप चौवीस तासांत किती पाणी बाहेर टाकते हे काढता येते. भरपूर झाडे असलेल्या भागात हवा ओलसर, प्राणवायुयुक्त राहते. ज्या शहरी भागात कारखाने, वाहने यामुळे प्रदूषणाचे प्रमाण वाढते त्या जागी झाडे लावल्यास तापमानात तसेच प्राणवायूच्या प्रमाणात फरक पडतो.



आपण बोलतो तेव्हा झाडे प्रतिसाद देतात! पण हा प्रतिसाद आपल्या शब्दांना नसतो. बोलताना कर्बवायू आणि बाष्प बाहेर फेकले जाते. वनस्पती या दोन्हीचा उपयोग करतात.

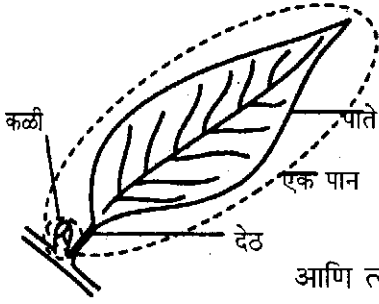
५. सकाळी ७ ते रात्री ७ व रात्रीच्या बारा तासांत रोप किती पाणी बाहेर टाकते ते स्वतंत्रपणे मोजा. ढगाळ हवेत आणि स्वच्छ सूर्यप्रकाशात पाणी जमवा आणि कसा फरक पडतो ते पाहा.

पानाच्या पृष्ठभागावरून पाण्याचे सतत बाष्पीभवन होत असते. जमिनीतील ओल मुळांच्या साहाय्याने झाडे शोषून घेतात. खोडामधून, फांद्यांतून हे पाणी झाडात फिरवले जाते. त्यातील काही भाग अन्ननिर्मितीसाठी आणि झाडाच्या वाढीसाठी वापरला जातो. उरलेल्या पाण्याचे बाष्पीभवन होते. पाने हे बाष्पीभवन होताना आजूबाजूच्या वातावरणातील उष्णता शोषून घेतात. त्यामुळे वातावरण थंड होते. सूर्यप्रकाशात झाडे भरपूर पाणी हवेत सोडतात. वाळवंटातील झाडांची पाने जाड असतात, त्यांची संख्या कमी असते त्यामुळे एकूण पानाचा पृष्ठभाग कमी होतो आणि कमी पाण्याचे बाष्पीभवन होते. निवडुंगाच्या जाती जास्त प्रमाणात वाळवंटात आढळतात त्याचे कारण हेच आहे. पाणी बाष्प होऊन हवेत गेल्यामुळे पानातील पाणी वाहून नेणाऱ्या नलिकांतील दाब कमी होतो आणि मुळांकडील पाणी गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध दिशेने ओढले जाते. केशाकर्षण आणि बाष्पीभवन या दोन कारणांमुळे मुळांच्या साहाय्याने शोषलेले पाणी झाडभर खेळवले जाते. (प्राण्यांमध्ये असा द्रव (रक्त) फिरवण्यासाठी हृदयरूपी पंप सतत काम करत असतो.)

सनड्यू नावाची एक वनस्पती आहे. जमिनीलगत तिची पाने पसरलेली असतात. या पानांवर केसाळ चमकते तंतू असतात, त्यांवर चिकट ओलसर द्रव पसरलेला असतो. त्यामुळे ही वनस्पती चमकत असते, कीटकांना ती आकर्षित करते. लहान किडे पानावर बसले की चिकटतात. हे तंतू वाकून कीटकाला वेढून घेतात आणि मग त्याचे पचन होते.



पानांचे आकार तरी किती प्रकारचे!

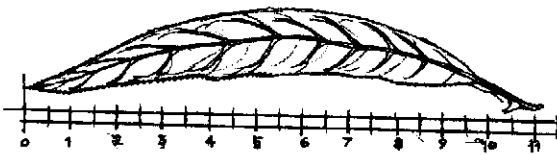


पानांचे आकार, आकारमान आणि पानाची कडा यांमध्ये भरपूर विविधता असते. आसपासच्या झाडांची पाने जमवा आणि त्यांची वैशिष्ट्ये बघू या.

साहित्य : पट्टी, कागद, पेन्सिल, सूक्ष्मदर्शक भिंग.

कृती :

- बागेत, अंगणात, रानात, गावाबाहेर अशा जागी जाऊन झाडांची पाने लक्षपूर्वक पाहा. मात्र पाने उगाचच तोडू नका. साधे पान आणि मिश्र पान यांमध्ये दिसलेल्या पानांची वर्गवारी करा. पान जिथे देठासह जोडलेले असते त्याच्या मुळाशी नवे पान फुटण्यासाठी एक छोटा कोंब असतो. असे पान साधे पान होय. (चाफा, वड, जास्वंद इ.)
- काही वेळा पानाच्या एका देठावर छोटी पाने फुटलेली असतात. देठापाशी कोंब असतो, पण वर अनेक पाने असतात. हे मिश्र पान होय (गुलाब, झेंडू, नारळ इ.). पाने जमवताना आकार, कडा यांमध्ये विविधता, फरक असेल तरच पान तोडा.
- पानांच्या आकारांची तुलना करा. एखाद्या भागात एका प्रकारच्या झाडाची संख्या जास्त असते. तुमच्या आसपास सर्वांत जास्त आढळणारा पानाचा आकार शोधा. एकाच झाडाची दोन पाने सारखी असतात. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून अशी दोन पाने नीट पाहा. तुम्हांला त्यांमध्ये काही फरक आढळतो का? कोणता फरक आहे?
- पानांची लांबी, रुंदी मोजून आकारमान काढा आणि त्याप्रमाणे वर्गवारी करा. सर्वांत जास्त संख्येने पानांची लांबी किती असते? उदा. तुम्ही ५० प्रकारची पाने जमविली आहेत तर त्यांतील किती पाने ३ ते ५ सें.मी. या लांबीमध्ये आहेत? २ ते २.५ सें.मी. या रुंदीत आहेत? सर्वांत मोठे पान बाजूला काढून त्याची लांबी-रुंदी मोजा. (केळीचे पान हे उत्तर असेल.)



- पाने सुकवून वहीत चिकटवून त्यांचा संग्रह तयार करा.

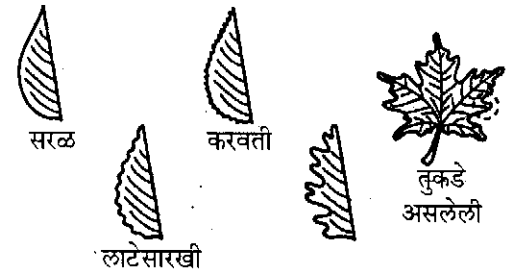
आकार -

गोल	- ओवा	टोकाशी बसके
बदामाकृती	- पिंपळ	लंबगोल - चाफा
त्रिकोनी	- जाई	अंडाकृती - रुई
लांबट	- अशोक	चौकोनी - जास्वंद
पात्यासारखे	- कवठी चाफा	उभट गोल - वड



कडा

सरळ	- लिंबू
लाटेसारखी	- अशोक
करवती	- गुलाब
तुकडे असलेली	- शेवंती



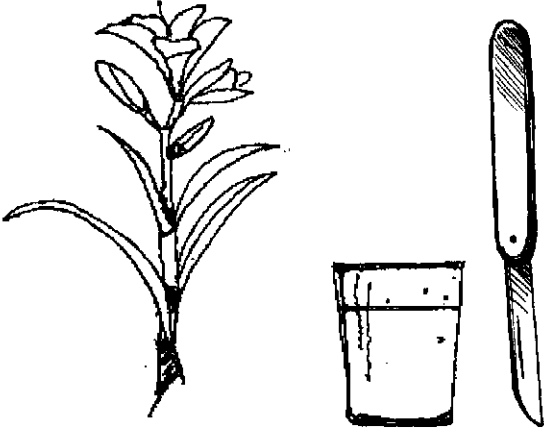
पानांच्या विविध कडा

- बहुसंख्य पाने पात्यासारखी पातळ, पसरट आणि काडीसदृश देठाने डहाळीला जोडलेली असतात. काहींच्या कडा सरळ तर बहुसंख्य वेड्यावाकड्या असतात. पानावरील शिरा या फिकट रंगाच्या आणि कडेपर्यंत पसरून पातळ हिरव्या भागाला आधार देतात. पान उलटे केले तर शिरांचे जाळे व्यवस्थित दिसते. साधे पान आणि मिश्र पान अशी प्राथमिक वर्गवारी केली जाते. हा पर्णसंभार झाडांना आकार आणि रूप देतो. काही झाडांची पाने विरळ असतात (बाभळी, शेवगा) तर काहींची अगदी गच्च असतात (जास्वंद, चाफा). पानगळ झाली की झाडाचे स्वरूप अगदीच उजाड दिसते.

रंगीत पाणी शोषणारे झाड

आपण पेल्यातील सरबत पोकळ नळीच्या (स्ट्रॉ) साहाय्याने पितो. त्याच तत्वाचा वापर करून झाडांच्या मुळांपासून पाणी वरती फांद्यांपर्यंत पोचते. रंगीत पाणी वापरून पाण्याचा हा प्रवास पाहू या.

साहित्य : निशिंगंध, ग्लॅडिओलाय या प्रकारची पाने व फुले असलेले लांब देठ, चाकू, काचेचे पेल, पाणी, खायचा लाल किंवा निळा रंग. (पांढऱ्या रंगाची 'कार्नेशन' फुलांची फांदी मिळाली तर चांगले.)

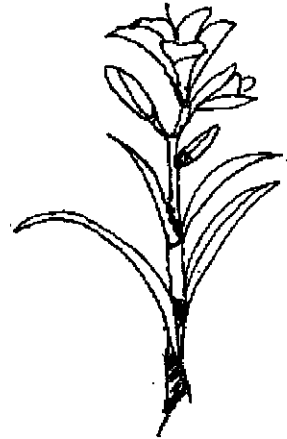


कृती :

१. अशा झाडांच्या फांदीच्या तळाशी दोन सें.मी. अंतरावर चाकूने तिरका छेद घ्या. पेल्यात पाणी भरा आणि लाल किंवा निळा रंग त्यात टाका. कापलेले देठ या पेल्यामध्ये बुडवा. काही तास तसेच ठेवा.
२. फिक्या हिरवट रंगाच्या देठातून खाद्य रंगाचे कण वर चढताना दिसतील. वर असलेल्या पानाच्या रेषांपर्यंत रंग पोचेल. ज्या रेषा फिक्या हिरव्या रंगाच्या होत्या त्या रंगीत झालेल्या दिसतील. या रेषा पानापेक्षा नेहमीच फिक्या रंगाच्या असतात.
३. पानामध्ये रंग दिसला की देठ बाहेर काढून अर्ध्या सें.मी. अंतरावर कापा. आत रंगीत कण दिसतील. देठात असलेल्या पोकळ नळीची ती तोंडे आहेत. त्यांतून पाणी वर चढले आहे.
४. चाकूचे टोक वापरून देठाचा उभा छेद घ्या. रंगीत नळ्या दिसतील.
५. कार्नेशन, निशिंगंध या फुलांवरही हा रंग चढेल.

पानामध्ये अन्न तयार होते ते खोडांना, फांद्यांना, मुळांना पोचवणे तसेच मुळांवाटे शोषलेले पाणी, सेंद्रिय घटकाच्या कणांसहित पानांपर्यंत पोचवणे हे कार्य वनस्पतीतील सूक्ष्म नलिका करतात. एक मोठे झाड कडक उन्हे पडलेल्या दिवशी ९०० लिटरपर्यंत पाणी शोषते. या नलिका अगदी सूक्ष्म असतात. काच वा सुती धागा पाण्यात बुडवला तर केशाकर्षणाच्या तत्त्वानुसार पाणी वर चढते. केशाकर्षण हा गुणधर्म पदार्थाच्या कणांमधील एकमेकांबद्दलच्या आकर्षणावर अवलंबून असतो. काच वा धाग्याचे कण पाण्याच्या कणांना या आकर्षणामुळे वर खेचतात त्यामुळे धाग्याचे, कागदाच्या पट्टीचे एक टोक पाण्यात बुडवले तर पाणी वर चढलेले दिसू शकते. स्पंजमध्ये पाणी याच तत्त्वाने वर चढते. झाडातील पानांमधून बाष्पीभवन होऊन पाणी कमी होते आणि देठांतील पाण्याच्या कणांना वर खेचते. बाष्पीभवन आणि केशाकर्षण या दोन तत्त्वांचा वापर करून पाणी गुरुत्वाकर्षणावर मात करत झाडाच्या सर्व भागांत पोचते.

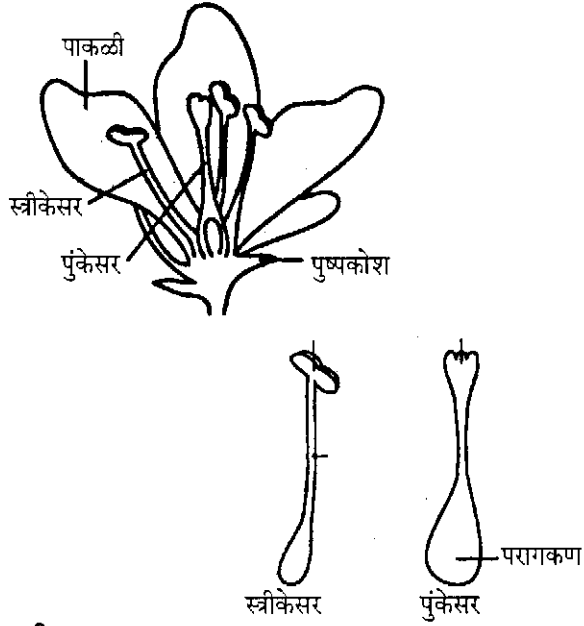
पाण्यामुळे झाडांच्या देठाच्या पेशी ताठ राहून देठाला आधार देतात. एखादी फांदी तोडून पाण्यात न ठेवता तशीच ठेवली तर दहा ते बारा तासांत ती कोमेजून जाते. कारण पाण्याचे बाष्पीभवन होऊन देठ मऊ पडतो. फांदीचे टोक पाण्यात बुडवून ठेवले तर ती पुन्हा तरारते.



फुलावर करा नाजूकपणे शस्त्रक्रिया

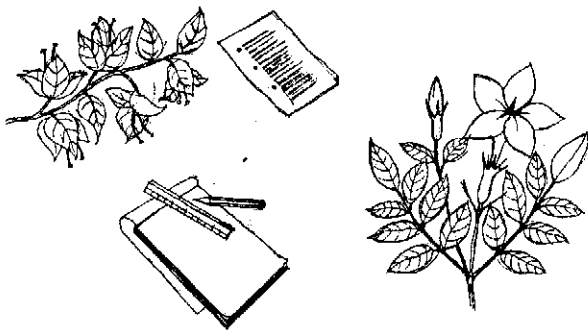
फुलांचा वास घेणे सर्वांनाच आवडते. प्रत्येक फुलाचा वास वेगळा असतो. प्रत्येक झाडाचे फूल वेगळे असते. फुलांमुळे परागीभवन, फलधारणा कशी होते पाहा.

साहित्य : फुले, चाकू, सूक्ष्मदर्शक भिंग, कागद, पेन्सिल.



कृती :

१. एकपदरी जास्वंदीचे फूल अभ्यासासाठी प्रथम निवडा. गुलाब, अबोली, मोगरा, जाई वगैरे फुलांमध्ये अनेक प्रकार असतात.
२. प्रथम पाकळ्यांना स्पर्श करून पाहा. पाकळ्यांचा रंग, पोत, जाडी पाहा. पाकळीचा रंग एकाच छटेचा नसतो. फुलाच्या कडेशी तो फिकट असतो तर देठाकडे येताना किंचित गडद होत जातो. पाकळ्यांची जाडीही नळाकडे जास्त असते. पाकळीचा पुष्पकोशात असलेला भाग अनेकदा पांढरट असतो.



३. पाकळ्या जेथून फुटतात तेथे एक लहानसा लंबगोलाकृती कांदा असतो. कळी फुटते तेव्हा या कांद्याभोवती हिरव्या रंगाच्या पातळ पाकळ्यांनी बनलेला पुष्पकोश असतो. पुष्पकोशामुळे पाकळ्यांचे संरक्षण होते. देठावर हा कांदा फुटलेला असतो आणि भोवती पाने असतात. हा कांदा कापून पाहिला तर लहान कणीदार बिया दिसतात. ही प्रत्यक्षात अंडी आहेत. फलधारणा झाली की त्यांच्या बिया बनतात. याच कांद्यातून पुंकेसर आणि स्त्रीकेसर बाहेर येतात.
४. बागेत जाऊन फुलांचे प्रकार नोंदवा. फुले तोडू नका. ती फक्त पाहा आणि त्यांची वैशिष्ट्ये लिहा.
५. प्रत्येक फुलाची रचना वेगवेगळी असते. जास्वंदीच्या फुलात पाहिलेले वरील सर्व भाग इतर फुलांत असतातच असे नाही. जाई-जुईच्या फुलांना पाचसहा शुभ्र पाकळ्या आणि मध्ये सुवासिक केसर तंतुसारखे असतात. झेंडूच्या फुलात बारीक पाकळ्या मधल्या गोल कांद्यावर पेल्यासारख्या पुष्पकोशात बंदिस्त असतात आणि

फुले हे वनस्पतींच्या पुनरुत्पादनाचे साधन आहे. परागकण चिकटलेला पुंकेसर हा फुलाचा नर भाग आहे. त्याच्या तळाशी असलेल्या जाड भागात परागकण असतात. स्त्रीकेसर हा फुलाचा मादीभाग असतो. त्याच्या मुळाशी असलेल्या कांद्यात 'अंडी' असतात. परागकण स्त्रीकेसराकडे आले की परागीभवन होते. परागकणामुळे अंड्याचे फलन होते आणि त्यातून बी बनते. त्याभोवती अन्नपदार्थ जमा होतात. हा फळाचा गर होय. बी पुनरुत्पादन करण्यासाठी सक्षम झाली की फळ पक्व होते आणि गळून पडते. बिया जमिनीत जाऊन नवे रोप येते. मुळे फुटून अन्न मिळवायची क्षमता येईपर्यंत बिया फळाच्या गरावर वाढतात.

काही फुलांत स्त्रीकेसर व पुंकेसर दोन्ही असतात. काही फुलांमध्ये एकच भाग असतो. अशा फुलांमध्ये परागीभवन होण्यासाठी फुलपाखरे, मधमाशा, भुंगे यांसारखे कीटक मदत करतात. कीटकांना आकर्षित करण्यासाठी फुलांना रंग असतात व मध असतो. पाकळ्यांना एकत्र ठेवण्यासाठी पुष्पकोश असतो. बहुसंख्य फुलांमध्ये तो हिरव्या रंगाचा असतो. काही फुलांमध्ये वेगवेगळ्या रंगांचा असतो.

टोकाशी एकदम पाकळ्या पसरतात. जास्वंदीसारखे पुंकेसर, स्त्रीकेसर स्वतंत्र स्पष्ट दिसत नाहीत.

६. बहुसंख्य फुलांच्या मध्यभागी बोटाने स्पर्श केला तर पांढरट पिवळे कण चिकटतात. हे परागकण आहेत. तुमचे बोट फुलपाखरू आहे असे समजून फुलाला स्पर्श करा. हेच बोट बाजूच्या समधर्मी फुलावर ठेवले आणि त्याने स्त्रीकेसराला स्पर्श केला की परागकण त्यावर पडतील. या क्रियेला 'परागीभवन' असे म्हणतात.

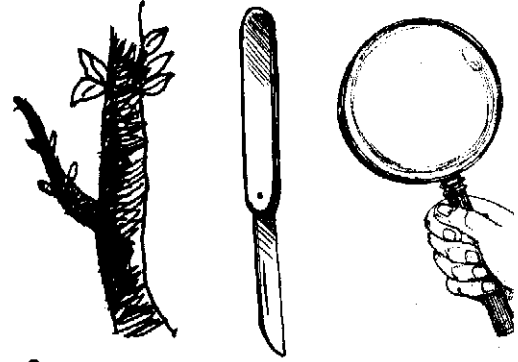
परागीभवन व्हावे म्हणून फुले रंगीबेरंगी, कीटकांना आकर्षित करणारी असतात. तसेच त्यांनी केसरांवर बसावे, त्यांच्या पायांना परागकण चिकटावे आणि नंतर ते स्त्रीकेसरावर पडावे म्हणून फुलामध्ये गोड वासाचा मध असतो. वाऱ्याच्या साहाय्याने परागीभवन होणाऱ्या फुलांना रंग, वास, मध नसतो. अशा फुलांचे परागकण संख्येने प्रचंड, अत्यंत हलके व कोरडे असतात. (उदा. सावरीची बी)

फांदीवर कोंब कधी फुटतो?

पावसाळ्यात वसंत ऋतूत फांद्यांना पाने, फुले मोठ्या प्रमाणावर येतात. प्रथम फांद्यांना कोंब फुटतात आणि ते वाढून मग त्यांना पाने येतात. पाने गळून पडली की देठावर एक खूण राहते. या खुणांवरून फांदीचे वय काढता येते.



साहित्य : फांदी, चाकू, सूक्ष्मदर्शक भिंग.



कृती :

१. पाने गळून गेल्यावर काही दिवसांनी नवी पाने फुटत असलेली एखादी फांदी निवडा. गुलाब, मोगरा, जास्वंद असे फुलझाड निवडले तर नवे कोंब स्पष्ट दिसतात. फांदीच्या टोकाशी एक मोठा कोंब असतो.
२. पुढचा कोंब टपोरा आणि मोठा असतो. फांदी फुटते त्या टोकापासून ठरावीक अंतरावर फांदीला खाचा असतात आणि त्यांतून लहान नवे कोंब वर येत असतात. फांदीचा रंग हिरवा, तपकिरी, लालसर असू शकतो. पूर्ण फांदी सरळ असेल किंवा जिथे कोंब फुटतो त्या जागी कोनातही असू शकेल.
३. पाने फुटायच्या जागी फांदी थोडी फुगीर झालेली असते. पाने फुटले तरी पानाचा देठ आणि फांदी यांतील खाचेत एक लहान कळी असते. पाने गळून पडले तरी ती राहते. चाप्याच्या फांदीला तर या कळ्या अगदी स्पष्ट दिसतात. फांदीला पाने फुटताना दोन पानांतील अंतर मोजा. ते सर्वसाधारणपणे सारखेच

असते. सूर्यप्रकाश भरपूर मिळेल अशा दिशेने फांदीची वाढ होते. फांद्यांना एकाच ठिकाणी दोन बाजूला पाने फुटतात किंवा ठरावीक अंतरावर विरुद्ध दिशेने फुटतात आणि एक सोडून एक पान एकमेकांवर येतात.

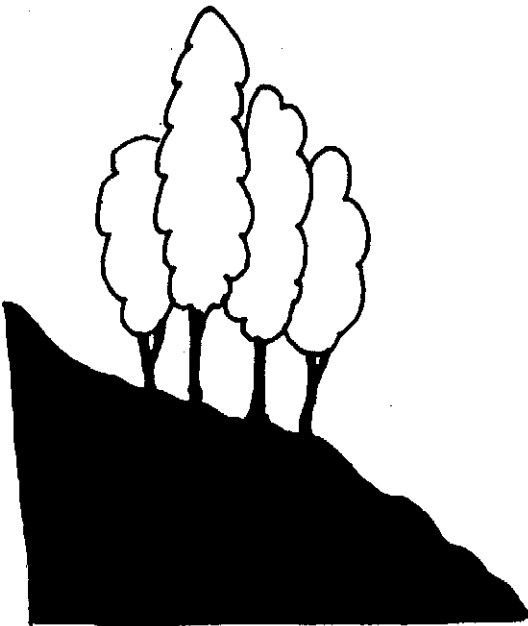
४. फांदीच्या टोकाशी जो कोंब असतो, तो चिकट, मऊ, केसाळ असतो. त्यावर एक प्रकारचे तेलकट आवरण असते. त्यामुळे पाण्याचे बाष्पीभवन सावकाश होते. हा टोकाचा कोंब घेऊन चाकूच्या पात्याचे टोक वापरून हळूहळू एकएक पापुद्रा सुटा करा. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून पाहिले तर प्रत्येक पापुद्रा त्याच झाडाच्या पानाची पांढरट रंगाची लहान प्रतिकृती असते. कोंबाचे पापुद्रे सुटत जातात तशी पाने लहान, पांढरी होत जातात. मध्यभागी एखादी कळीही असू शकते. अनेक झाडांना फांदीच्या टोकाशी शेवटी फूल येते.
५. बहुतेक झाडांना वर्षाला एका फांदीला एक उपशाखा फुटते. पाने वा या उपशाखा पडून गेल्यावर त्या जागी फिकट रंगाची खूण उरते. त्यावरून फांदीचे वय मोजता येते. दरवर्षी होणारी फांदीची वाढ सारख्याच लांबीची असते असे नाही. वाढ जास्त झाली तर दोन खुणांमधील अंतर वाढते पण खूण एकच राहते.
६. एखादे झुडूप निवडून त्याच्या प्रत्येक फांदीचे वय

वसंत ऋतूत, पावसाळ्यात झाडे सूर्याची ऊर्जा वापरून अन्न बनवतात. त्याच वेळी त्यांना कोंब फुटतात. त्यातून पुढील वर्षी नव्या फांद्या, फुले येतात. गुलाबाचे असे कोंब काढून कलमे करतात. कोंब हे संपूर्ण नवे झाडच असते. मुख्य फांदीतून अन्नरस घेऊन कोंबाची वाढ होते.

फांद्या मुख्यतः पानांना, फुलांना आधार पुरवतात. फांद्यांतील सूक्ष्म नलिकांतून संपूर्ण वनस्पतीत अन्नरस फिरवला जातो. सुरुवातीला फांद्या मऊ कोवळ्या असतात. वनस्पतीचे वय जसे वाढते तसे त्या तपकिरी, घट्ट, जाड होत जातात. प्रत्येक फांदीला कोंब फुटताना प्रथम तपकिरी रंगाचे आवरण असलेली गाठ येते. त्यातून हिरवट कोंब बाहेर पडला, की आवरण गळून पडते. त्या जागी एका आडव्या रेषेच्या स्वरूपात खूण राहते. या खूणा मोजून उपशाखा नसल्या तरी प्रमुख फांदीचे वय काढता येते.

काढा. त्यावरून मुख्य खोडाचे आणि झुडपाचेही वय काढता येते.

वनस्पती पाळतात का शेजारधर्म?



जंगले, पर्वत, डोंगर, दरीखोरी, नदीकाठी, पाणथळ जागी, समुद्राच्या तळाशी... झाडे सर्व ठिकाणी असतात. झाडांच्या वसाहतीबद्दल या प्रयोगातून माहिती घेऊ या.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, झाडांची चित्रे, नावे असलेली पुस्तिका.

कृती :

१. झाडांची वस्ती असलेली कोणतीही जागा निवडा. टेकडीचा उतार, नदीकाठ, शेत, बाग, रान, माळरान, पायवाटेच्या बाजू इ. जागी झाडांमध्ये विविधता दिसेल. पाहिलेले सर्व तपशील नोंदवून ठेवण्यासाठी वही-पेन्सिल घेऊन तयार राहा.

२. एखाद्या भागात एका वनस्पतीची जाती संख्येने जास्त

झाडे नेहमी गटागटाने उगवतात. एक प्रकारचे झाडे असले तर त्या ठिकाणी इतर झाडे आढळतातच. शेती करताना एक प्रकारचे बियाणे लावले तरी तीनचार प्रकारची तणे उगवतात. वेगवेगळी झाडे एका ठिकाणी असणे हा निसर्गाचा नियम आहे. पाणी आणि ऊन मिळावे म्हणून झाडे एकमेकांवर कुरघोडी करायचा प्रयत्न करतात. त्यामुळे एका वस्तीत एका झाडाचे प्राबल्य आढळते आणि इतर वनस्पतींच्या मानाने त्यांची संख्या वाढती राहते.

प्रमाणात असेल. टेकडीच्या उतारावर करवंदीची एक जाळी दिसली तर आसपास सातआठ जाळ्या तरी सापडतील. जंगलात उंच झाडे जास्त आढळतील तर माळावर झुडपे जास्त प्रमाणात दिसतील.

३. प्रत्येक भागात वनस्पतीच्या उंचीनुसार स्तर असतात ते पाहा. प्रत्येक ठिकाणी कमीतकमी दोन स्तर असतात. त्याहून जास्तही असू शकतात. उंच झाडांचा स्तर पाहिला तर त्यात एक प्रकारच्या झाडांची संख्या जास्त असते. उदा., एखाद्या ठिकाणी बोरांची झुडपे जास्त असतील तर जंगलात किंजळ, ऐना किंवा सागवान झाडांची संख्या जास्त असेल. हे त्या भागातील प्रमुख झाड असते. त्या झाडावरून त्या ठिकाणी इतर कोणती झाडे असतील हे ठरते. सूर्यप्रकाश आणि पाणी यांच्या उपलब्धतेच्या प्रमाणात वस्तीतील प्रमुख झाड निसर्ग निवडतो. भरपूर ऊन आणि कमी पाणी असेल तर निवडुंग प्रमुख वनस्पती असेल. पाऊस चांगला पडत असेल आणि जमीन पाणी धरून ठेवणाऱ्या प्रकारची असेल तर अनेक प्रकारची झाडे प्रमुख असू शकतात. बोर, बाभळी, करवंदे यांची झुडपे मध्यम पाण्याच्या जागी असतात. तळाशी गवत, लहान उंचीची रोपे यांचा स्तर असतो.

४. त्या भागात हिरवी नसलेली झाडे आहेत का पाहा. खडकावरील पातळ थरावर उगवणाऱ्या पसरट वनस्पती (दगडफूल), कुजणाऱ्या फांद्या, पालापाचोळा यांवर उगवणाऱ्या कुत्र्याच्या छत्र्या (अळंबी) इ. यामध्ये येतात.

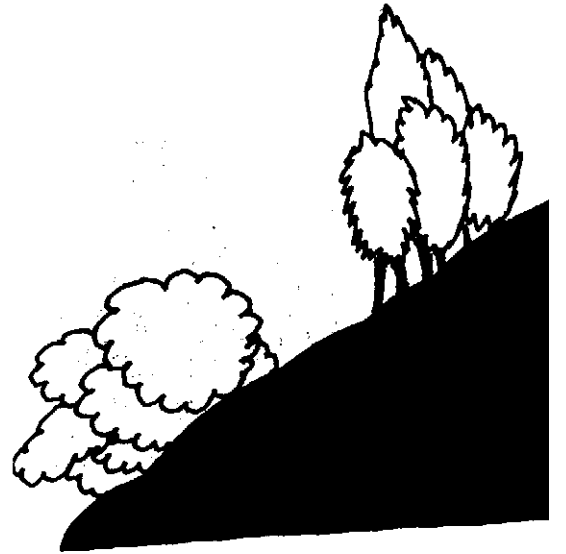
५. एखाद्या भागातील झाडांची गणना करा. त्यासाठी चित्रे-नावे असलेली पुस्तिका (गाइड) वापरा. एखाद्या भागात दहा प्रकारची झाडे असतील किंवा कदाचित पन्नासहून जास्त असतील. उंची, प्रकार (फुलझाडे,

काही झाडे जोडीने एकत्र आढळतात. एक असले तर दुसरे आसपास नक्की आढळते. फार पूर्वीपासून शेतीशास्त्रात याचा उपयोग केला जातो. जणू झाडेसुद्धा समानधर्मी झाडांशी मैत्री करतात. उदा., मका आणि घेवडा ही परस्परपूरक झाडे आहेत. स्वतंत्र वाढीपेक्षा या दोन्ही रोपांची एकत्रित वाढ जोमाने होते. पण वाटाणे आणि कांदे यांचे मात्र अजिबात जमत नाही. दोन्ही रोपे एकत्र लावली तर पीक कमी येते. अशा नैसर्गिक जोड्या तुम्हांला शोधता येतात का?

खडकावरील धुळीच्या, खाचेत अडकलेल्या मातीच्या थरावर पांढरट तपकिरी रंगाची दगडफुले येतात. त्यामध्ये अनेक प्रकार आहेत. त्यांतील काही मसाल्याच्या पदार्थात वापरतात. या वनस्पतीमध्ये फंगस म्हणजे बुरशी प्रकारात मोडणारे जीवाणू असतात, त्यांमध्ये पाणी साठवले जाते आणि 'अल्गी' म्हणजे 'शैवाल' प्रकारातील सूक्ष्म हिरव्या वनस्पती अन्न बनवतात. त्या अर्थाने या वनस्पती आणि प्राणी यांमधील दुवा आहेत. दगड, मृत फांद्या, मोठे ओंडके यांमध्ये ही वनस्पती आढळते. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून त्यांचे निरीक्षण करा. कोणत्याही तापमानात या वर्गातील वनस्पती तग धरू शकतात म्हणून त्यांचे अस्तित्व वाळवंटापासून दोन्ही ध्रुवांपर्यंत सर्व ठिकाणी आढळते.

फुलाशिवाय इ.), घटक वापरून त्यांचे वर्गीकरण करा. त्यांची नावे शोधून काढा.

६. वेगवेगळ्या भागातील झाडांची ठिकाणे निवडा, नोंदी करा आणि त्यांची तुलना करा.



नैसर्गिक रंग वापरून रंगवा टी शर्ट

कृत्रिम रंगद्रव्याचा शोध लागण्यापूर्वी वनस्पतींचा उपयोग रंगवण्यासाठी करत असत. आजही आदिवासी भागात कपडे, घरे, भांडी इ. अशा प्रकारच्या रंगांनी रंगवले जातात. तुमचा लोकरीचा वा सुती कपडा रंगवून पाहा.

साहित्य : वनस्पतींचे भाग, चाकू, पाणी, प्लॅस्टिकच्या टोपल्या, काचेचा थर दिलेली पत्र्याची भांडी (एनॅमलची), स्टोव्ह, चमचे, गाळणे, साबण, हातमोजे, रंगवण्यासाठी टी शर्ट किंवा कुठलाही कपडा.

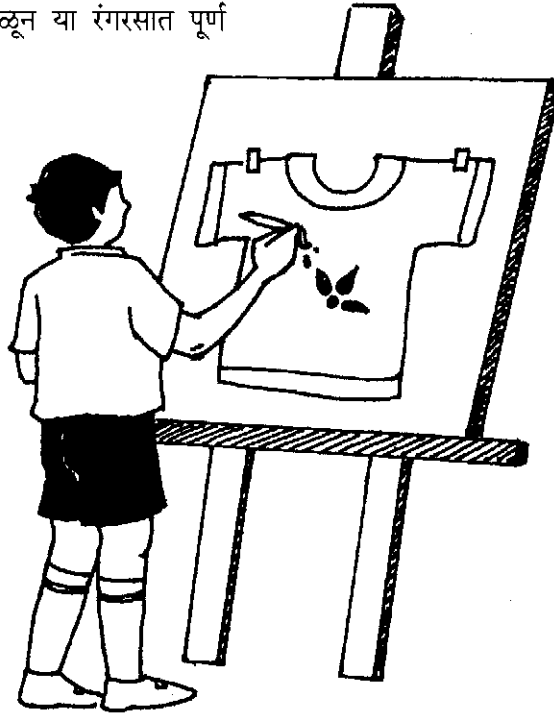
कृती :

1. ही कृती करताना मोठ्या माणसाच्या उपस्थितीत करा.
2. रंगवण्यासाठी वनस्पतींचे खास घटक मिळवा. लाल रंगासाठी बीट, लालकोबी, स्ट्रॉबेरीची फळे, पिवळ्या रंगासाठी सूर्यफुले, झेंडू; बदामी, तपकिरी रंगासाठी कांद्याची साले, फांद्या, कॉफीबिया, अक्रोडाच्या सालांची पूड, इतर म्हणजे गुलाबाच्या पाकळ्या, पालक, मेंदी तो- तो रंग देतात.
3. जमा केलेले भाग प्रथम स्वच्छ धुवा, बारीक चिरा किंवा पाट्यावर वाटा. फळांचा चुरा करा किंवा मिक्सरमध्ये वाटून घ्या.
4. थोडे पाणी घालून प्लॅस्टिकच्या टोपल्यात रात्रभर हा गर भिजवत ठेवा. सकाळी अर्धा तास नीट ढवळा आणि गाळून घ्या.
5. कपडा पाण्यात भिजवून, पिळून या रंगरसात पूर्ण

वस्त्रे, भांडी, भिंती, चित्रे रंगवण्यासाठी सुमारे ५००० वर्षांपासून वनस्पती आणि त्यांचे विविध भाग वापरले जात आहेत. खनिजे, प्राणिजन्य भागही त्यांत मिसळत असत. बहुसंख्य नैसर्गिक रंग पाण्यात विरघळतात. त्यामुळे रंगकण कपड्यामध्ये सहज शिरून तिथे राहू शकतात. रंग पक्का व्हावा म्हणून लोखंड, क्रोम यांची पूड साहाय्यक ठरते. हे साहाय्यक कण कपड्याच्या धाग्यामध्ये रुतून बसतात आणि रंगकण त्यांना घट्ट चिकटल्यामुळे सहजी निघू शकत नाहीत. उन्हामुळे वा धुतल्यामुळे कपडा फिकट होत नाही. अगदी थोड्या प्रमाणात मिसळलेल्या सहायकामुळे रंग पक्का होतो.

बुडेल असा घालून एनॅमलच्या भांड्यात स्टोव्हवर ठेवा. २० ते २५ मिनिटे मंद विस्तवावर ठेवा. जोरात उकळले तर लोकरीची प्रत बिघडते. रंग नीट पसरला, की भांडे उतरवून थंड करा. चटईवर कपडा पसरून सावलीत वाळवा.

6. थोडासा भाग नंतर साबणात बुडवून रंग पक्का आहे याची खात्री करून घ्या. वेगवेगळे रंग, उकळण्याची वेळ, विविध रंगांची मिश्रणे इ. प्रयोग करून पाहा.



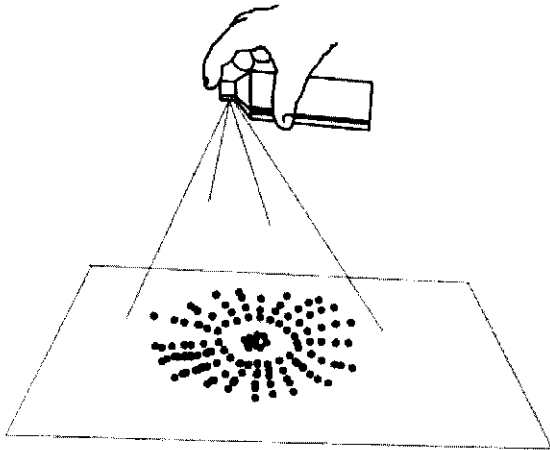
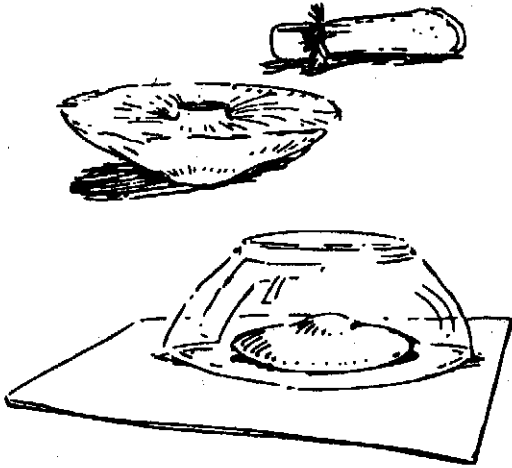
भूछत्र काढते ठिपक्यांचे चित्र

अळंबी किंवा भूछत्रे म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या वनस्पतींमध्ये अनेक प्रकार आहेत. या वनस्पतींच्या परागाची चित्रे सोप्या पद्धतीने कागदावर, कपड्यावर घेता येतात.

साहित्य : भूछत्रे, चाकू, कागद, भांडी, चित्र पक्के करण्यासाठी रसायनाचा फवारा (वॉर्निश).

कृती :

- भूछत्राचा देठ काढून टाका. छत्रीवजा भाग उलटा करून पाहिला तर पातळ पापुद्रे सुंदर नमुन्यांत दिसतात. त्यांमध्ये भूछत्राचे परागकण असतात.



वनस्पतींच्या अल्गी म्हणजे 'शैवाल' या गटात येणाऱ्या वनस्पती सूक्ष्म असतात. १ मिलिमीटरपेक्षा लहान असलेल्या या वनस्पती एकपेशीय असतात. एकमेकांना जोडून त्यांचा बहुपेशीय अवतार म्हणजे पाण्यावर झपाट्याने पसरणाऱ्या वनस्पती (सीवीड्स) होत. यामध्ये १ मीटरपासून मोठ्या झाडाइतके आकारमान असलेल्या पण शेवाळ गटात मोडणाऱ्या काही जाती आहेत. त्यांना वनस्पतीप्रमाणे मुळे, खोड, पाने असे अवयव नसतात. यांतील काही प्रकारच्या शेवाळात उच्च प्रथिने असतात. ती अन्नघटकात मिसळून वापरली जातात. या वनस्पती वाळवून सरपण म्हणूनही वापरता येतात.

भूछत्रे किंवा अळंबी ही 'फंगी' या गटात मोडतात. देठ जमिनीत आणि वर त्रिकोणी वा गोल टोपीसारखी छत्री असे यांचे स्वरूप असते. उलट केले तर पापुद्रे दिसतात. त्यामध्ये परागकण असतात. भूछत्र उघडले की ते उडतात आणि नव्या जागी भूछत्रे उगवतात. त्यांच्या विशिष्ट चवीमुळे काही भूछत्रांची मोठ्या प्रमाणावर पैदास केली जाते. काळी नैसर्गिक भूछत्रे अत्यंत महागडी असतात. भूछत्रांमध्ये प्रथिने, खनिजे, भरपूर पाणी असते आणि ती अत्यंत रुचकर असतात. काही भूछत्रे विषारीही असतात.

- ही छत्री कागदावर नीट पसरून ठेवा आणि त्यांवर काचेचे भांडे पालथे घाला (आकृती पाहा) म्हणजे हवेच्या झोताने सूक्ष्म परागकण उडून जाणार नाहीत. रात्रभर कागद तसाच ठेवा.
- सकाळी छत्री सावकाश उचला. पडलेल्या परागकणांची नक्षी विसकटू देऊ नका. काही भूछत्रांचे परागकण रंगीत असतात. त्यांवर चित्र पक्के करण्यासाठी रसायनाचा फवारा मारून थर घ्या. हा फवारा काही अंतरावरून आणि उभा पडेल याची काळजी घ्या. नाहीतर कण कागदावरून इतस्ततः फेकले जातील. भेटकाडें वा रुमाल यावर ही चित्रे उठून दिसतील.

भूछत्र हाताळल्यावर हात स्वच्छ धुवा. एखाद्या भागात नैसर्गिक प्रलय झाला (भूकंप, जमीन खचणे, वणवा पेटणे, पूर येणे) तर त्या जागी प्रथम जन्म घेणारा सजीव म्हणजे पर्णरहित वनस्पती असतात. शेवाळ, दगडफुले, भूछत्रे इ. सजीव त्यांमध्ये येतात.

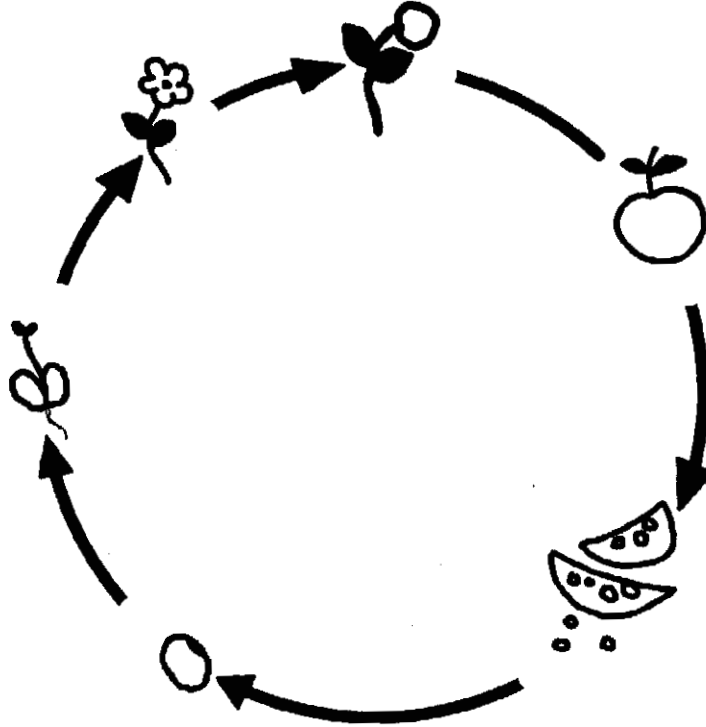
निसर्गाची अनोखी किमया

वाढ होणे ही झाडांची नैसर्गिक प्रवृत्ती आहे. एक छोटी निर्जीव बी जमिनीत पेरली, तिला योग्य तापमान, पाणी, सूर्यप्रकाश मिळाला की संजीवनी मिळाल्यासारखा तिच्यात जीव येतो. कोंब फुटतो. हा कोंब जमीन फोडून बाहेर येतो. दोन हात जोडल्यासारखी पोपटी पाने त्याच्या टोकापाशी फुटतात, ती पाने विलग होतात आणि आकाशाकडे झेपावतात. ही निसर्गाची अद्भुत किमया थक्क करणारी आहे. सूर्यप्रकाश, पाणी आणि सेंद्रिय घटक वापरून वनस्पती स्वतःसाठी आणि प्राण्यांसाठी अन्न बनवते. झाडांना फुले येतात, पाठोपाठ बी धरलेली फळेही येतात. फळे पक्व झाली की जमिनीवर पडतात, त्यांतील बी पुन्हा रुजते. हे जीवनचक्र असेच चालू राहते.

बीपासून झाड तयार होताना सावकाश पायरीपायरीने होते. कडधान्यांना मोड आणून ते धान्य आपण सर्रास जेवणात वापरतो. मोड येण्याची कृती ही पहिली पायरी आहे. कडधान्ये चविष्ट असतात, पौष्टिक असतात. कारण कडधान्यांमध्ये त्या झाडाची बीजगर्भपेशी असते आणि तिचे पोषण व्हावे म्हणून उच्च प्रतीची प्रथिने असलेले अन्न असते. काही झाडांचे पुनरुत्पादन बीशिवायही होते. खोडापासून, पानापासून नवे रोप तयार करता येते. खोडावर फुटणाऱ्या कोंबाचे दुसऱ्या खोडावर रोपण करणे, या कृतीला 'कलम करणे' म्हणतात.

कलकत्याच्या सुप्रसिद्ध वनस्पति उद्यानामध्ये एक वडाचे पुरातन झाड आहे. त्याला अनेकानेक पारंब्या फुटून त्याचा विस्तार इतका प्रचंड वाढला आहे की जगातील पहिल्या क्रमांकाचे विस्तारित झाड असा त्याचा लौकिक आहे. तशी नोंद ही 'गिनीज् बुक ऑफ वर्ल्ड रेकॉर्ड्स' मध्ये आहे. १७७५ पारंब्या असलेले हे झाड सुमारे तीन एकरांवर पसरलेले आहे. खोडांचा घेर १३५० फूट असून हे झाड दोनशे वर्षांपेक्षा जुने आहे.

उच्च प्रतीचे उत्पन्न देणारी झाडे या पद्धतीने उपजली जातात. झाडांची वाढ नेहमी सूर्यप्रकाशाच्या दिशेने होते. उलटे बी पेरले तरी पाने नेहमी प्रकाशाकडे जाण्याच्या दिशेने वाढतात. मुळेसुद्धा पाणी आहे त्या दिशेने वाढतात. झाडांची काळजी घेतली तर अनेक प्रकारे ती परतफेड करतात. या विभागातील सर्व कृती वरील गुणधर्माची तपासणी करणाऱ्या आहेत. बुरशीची बाग आणि मानवाला उपयोगी पडणाऱ्या यीस्ट नावाच्या एकपेशीय वनस्पतिगटात मोडणाऱ्या जीवाणूची वाढ या दोन कृती वनस्पतिच्या प्राथमिक अवस्थेवर आधारित आहेत.



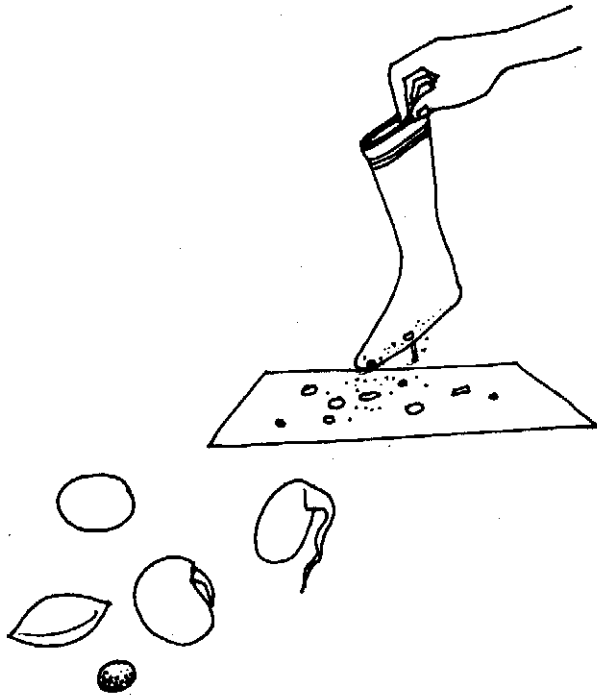
फक्त पाण्यावर अंकुरवा नवे जीवन

बीमध्ये वनस्पतीचे पुनरुत्पादन करणारी बीजगर्भपेशी (एम्ब्रियो) असते. त्याभोवती या पेशीच्या पहिल्या वाढीसाठी लागणाऱ्या अन्नाचा साठा असतो. वरती आवरण असते त्यामुळे बीचे संरक्षण होते. वेगवेगळ्या बिया जमा करून त्यांचे वर्गीकरण कसे करता येईल?

साहित्य : सूक्ष्मदर्शक भिंग, पांढरा कागद, कृत्रिम धाग्याचे पायमोजे.

कृती :

१. रान, नदीकाठ, अंगण, बाग, शेत अशा जागी भेट द्या. वेगवेगळ्या झाडांचे निरीक्षण करा. मिळतील तेवढ्या बिया गोळा करा. प्रत्येक झाड कशा पद्धतीने बिया देते पाहा.
२. बुटावरून वा चप्पल घातलेल्या पायावरून पायमोजा चढवा आणि वाळलेल्या गवतावरून चाला. झाडाखाली पसरलेल्या लहान वेलींवरून, वेगवेगळ्या प्रकारच्या गवतावरून चाला. नंतर पायमोजे काढून पाहा. अनेक प्रकारच्या गवताच्या बिया त्यात अडकलेल्या दिसतील. कागदावर मोजा झटकला तर त्यावर लहान, हलक्या बिया पडतात. काही तुसे हाताने ओढून काढावी



पाम जातीच्या झाडांच्या बिया आकाराने सर्वांत मोठ्या असतात. कोको दे मेर या पामची बी फुटबॉलपेक्षा मोठी असून वजन २७ किलोपर्यंत असू शकते.

बियांचे दूरवर विखुरणे हे तगून राहण्यासाठी वापरलेले नैसर्गिक तंत्र आहे. मूळ झाडाजवळ गर्दी होणे आणि एकमेकांशी प्रकाश, पाण्यासाठी स्पर्धा करणे त्यामुळे टाळले जाते. एका ठिकाणी एकाच प्रकारची झाडे नैसर्गिकरीत्या मोठ्या संख्येने चांगली वाढू शकत नाहीत. काही कारणाने मूळ झाड नष्ट झाले तर दूरवर पसरलेल्या बियांपासून झाडाचा वंश वाढतो. कापूस, सावरी आणि अनेक जंगली झाडांच्या बिया हलक्या असतात त्यामुळे वाऱ्याने उडून दूरवर विखुरतात आणि रुजतात. काहीना छत्रीसारखा धागा जोडलेला असतो. काही शेंगा वाळून कडक होतात आणि तडकतात, त्या वेळी आतील बिया उडून लांब जाऊन पडतात. प्राण्यांच्या केसात, शरीरांवर बिया अडकतात आणि दूर जातात. काही पक्षी किंवा प्राणी फळे खातात तेव्हा संरक्षक आवरणासहित बिया पोटात जातात आणि विछेतून जमिनीत जातात. नारळ, सुपाऱ्या पाण्यातून वाहात दूरवर पोचतात. माणसाने एका विभागातील उपयुक्त झाडे दुसऱ्या भागात अनुकूल वातावरणात लागवड करून झाडांच्या प्रसाराला एक प्रकारे हातभार लावला आहे.

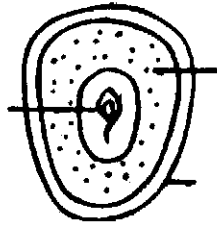
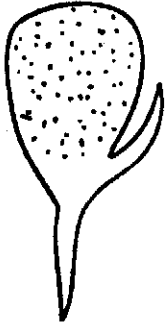
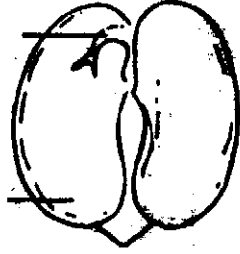
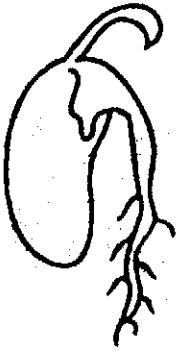
लागतात. त्यांच्या टोकाशी बिया असतात. कोल्ह्याची शेपटी आणि सशाचे पाय हेच काम करून बियांचा प्रसार करतात.

३. दुकानातून थोडी थोडी कडधान्ये घेणे, हा बिया मिळवण्याचा सर्वांत सोपा मार्ग आहे. बियांचा रंग, आकार पाहा आणि तुलना करा. काही साम्य आणि काही फरक आढळतील. मूग हिरवेगार तर राजमा पाचपट मोठे आणि लालबुंद असतात. पण दोन्ही बियांना बाजूला पांढरट करड्या रंगाची खाच असते.
४. पायमोज्यात मिळालेल्या बिया कुंडीत वा जमिनीवर विखरून पाणी घाला. उगवतात का? बीवरून ती कोणत्या रोपाची आहे हे ओळखाल?

शाळेत भरवा कडधान्यांचे प्रदर्शन

फुलातील परागकण आणि स्त्रीबीज यांच्या संयोगाने बीगर्भपेशी बनते आणि त्याभोवती गर साठून बी बनते. कडधान्ये ही त्या त्या रोपाची बीजे आहेत. बियांचे रुजणे पायरीपायरीने पाहा.

साहित्य : मूग, चवळी, मका, टीपकागद, बशा, पिना, चाकू, सूक्ष्मदर्शक भिंग, वाटाणा, शेंगदाणा, पावटा, भोपळ्याच्या बिया इ. वापरून प्रदर्शन करता येते.



कृती :

१. चवळी, मूग, मक्याचे दाणे रात्रभर पाण्यात भिजत घाला. सकाळी भिजलेल्या आणि न भिजलेल्या दाण्यांतील फरक पाहा. ओल्या बीचा आकार मोठा असतो आणि ती मऊ होते. बीच्या कडेला उभी खाच असते त्या जागी ती शेंगेला, खोडाला वा फळाला चिकटलेली असते. त्या जागी थोडा जोर दिला तर बीचे टरफल निघून येते. काडीने सावकाश मूग व चवळीचे दोन भाग करा. खाचेच्या जागी फिव्या रंगाचा बीगर्भ दिसतो. दोन पाकळ्या असतात त्यांमध्ये अन्नाचा साठा असतो. हा सर्व भाग सूक्ष्मदर्शक भिंगाखाली पाहा. बीगर्भाच्या एका टोकापासून कोंब

येईल तर दुसऱ्या टोकापासून मुळे फुटतील. प्रत्येक बीचा रुजण्याचा काळ वेगवेगळा असू शकतो. मक्याची बी मूग वा चवळीप्रमाणे दोन पाकळ्यांची नसते. या बीला उभा छेद चाकू वापरून घ्या. मध्यभागी फिकट बीगर्भ आणि त्याभोवती अन्नसाठा दिसेल. (आकृती पाहा)

२. बशीमध्ये टीपकागद भिजवून पसरा. रोज चार दाणे भिजवून सकाळी बशीत ठेवा. आठ दिवसांत आठ नमुने तयार होतील. रोज प्रत्येक बशीत टीपकागद भिजेल इतके पाणी घाला. या बशा ओळीने ठेवा. बीची प्रत्येक दिवशी झालेली वाढ पायरीपायरीने दिसेल. बियांना प्रकाश मिळावा म्हणून खिडकीत ठेवा. फक्त फुगलेल्या बीपासून पाने फुटेपर्यंत बीचा प्रवास कसा होतो ते पाहता येते.
३. बशीऐवजी पसरट ट्रे वापरला तर एकाच जागी पाचसहा प्रकारच्या कडधान्यांच्या बियांची वाढ तुलना करून पाहता येते. भिजलेली बी, मोड फुटलेली, मोड मोठा झालेली, पानाची बंद अवस्था, फुटलेली मुळे, पाने असे क्रमाने दिसेल.

बिया येणाऱ्या झाडांचे दोन भाग पडतात. फुले येणारी झाडे आणि फुले न येणारी झाडे. फुले न येणाऱ्या झाडांच्या ६०० प्रजातीची नोंद झालेली आहे, तर फुले येणाऱ्या झाडांच्या अडीच लाखावर प्रजाती आढळल्या आहेत. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून पाहिले तर बीचे तीन भाग दिसतात. वरचे आवरण किंवा टरफल, बीचा गर म्हणजे अन्नसाठा आणि बीगर्भ. गर आणि बीगर्भ यांमध्ये एक पातळ आवरण असते, त्यामुळे बीगर्भाचे संरक्षण होते. मोड येऊन वाढतो तेव्हा बीगर्भाचे पोषण बीच्या गरापासून होते. पाने फुटेपर्यंत हे पोषण गर करतो. हिरव्या पानाच्या साहाय्याने प्रकाशसंश्लेषण सुरू झाले की रोप स्वतः अन्न बनवू शकते. काही बियांना दोन दले असतात (मूग, चवळी, मसूर). त्यांना 'द्विदल बी' म्हणतात. तर काहींना एकच दल असते (मका), ती 'एकदल बी' होत. पेल्यातील प्रयोगात द्विदल बीगर्भ जोमाने वाढेल, एकदल ठेवलेला गर्भ कमजोर वाढेल, तर बीगर्भाशिवाय असलेले दल सुकून जाईल.

४. लाल अथवा निळ्या रंगाचे पाणी वापरून टीपकागद भिजवा आणि त्यावर बियांची वाढ करा. मोड, मुळे, पानांच्या शिरा, बियांचे पदर यांवर फिका रंग चढलेला दिसेल.
५. दहाबारा घेवड्याच्या बिया रात्रभर पाण्यात भिजत घाला. काचेच्या पेल्यामध्ये आतून टीपकागद उभा राहिल असा काचेला चिकटवा. टीपकागद ओला करा. कागद आणि काच यांमध्ये भिजलेल्या बिया ठेवा. दोन बिया पूर्ण, दोन बीगर्भ आणि एक दल, दोन बीगर्भाशिवाय नुसतेच दल अशा बिया अंतरावर ठेवा. या बिया जागेवर राहाव्यात म्हणून पेल्यात हवे तर कागदाचे बोळे घाला. पेला खिडकीत ठेवा. रोज

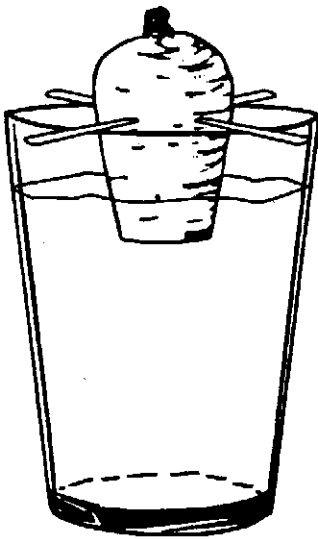
चमच्याने पाणी घालून टीपकागद ओला ठेवा. बियांची वाढ कशी होते पाहा.

६. रात्रभर मूग भिजत घाला. सकाळी परातीत पसरून त्यावर ओला टॉवेल पसरा. तीन दिवस रोज मूग धुऊन चाळणीत ठेवा आणि मग परातीत पसरा. त्यावर सहासात सें.मी. उंचीचे पांढरे मोड आलेले दिसतील. हे मोड अत्यंत पौष्टिक असतात. ब्रेडवर वा पोळीबरोबर मीठ घालून कच्चे खा किंवा कोशिंबिरीत घाला. त्यांमध्ये भरपूर प्रथिने असतात. डब्यामध्ये झाकण घालून शीतपटीत ठेवले तर आठ दिवस टिकतात.

काय? बीशिवायच झाड येते? कसे?

बटाटे, रताळी, गाजरे इ. रोपे बीशिवायच उगवता येतात. बीट, कांदा, लसूण, आले इ. रोज वापरल्या जाणाऱ्या अन्नपदार्थांचेही बीशिवाय इतर भागापासून पुनरुत्पादन करतात.

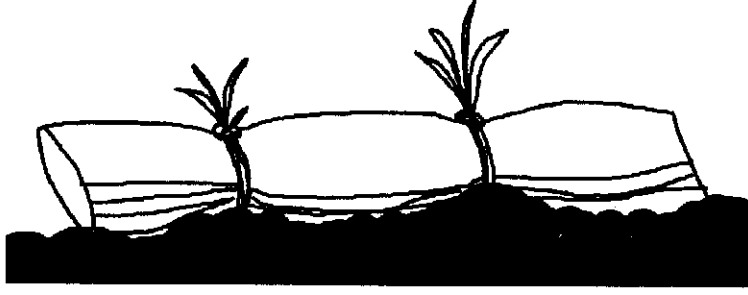
साहित्य : गाजरे, डोळे असलेले बटाटे, रताळी, आले, कांदा-लसणाचे गड्डे इ., चाकू, काचेचे पेले, खराट्याच्या काड्या, कुंड्या, माती, पाणी.



कृती :

१. गाजरे जमिनीतून बाहेर काढल्यावर काही दिवसांनी रुजवली तरी रोपे येतात. गाजराचा हिरवा भाग स्वच्छ करा आणि त्याखाली ५-६ सें.मी. केशरी भाग ठेवून कापा. पाण्याने पेला भरा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे चार काड्या गाजराला टोचून पेल्यावर ठेवा. तळाचा एक सें.मी. भाग पाण्यात राहिल इतकेच पाणी पेल्यात ओता. प्रत्यक्ष सूर्यकिरण पडू नयेत पण प्रकाश मिळावा अशा पद्धतीने हा पेला खिडकीत ठेवा. मधेमधे पाणी घाला. आठ दिवसांत वरील तुऱ्याला हिरवे कोंब फुटून पाने येतील. आणि गराला पांढरी दोऱ्यासारखी मुळे फुटतील.
२. बटाटा, आले, कांदा, लसूण, रताळी इ. रुजण्यासाठी कुंडीत माती घाला. बटाट्याचा (रताळी, आले) डोळा असलेला भाग वर येईल असा खाली एकदोन इंच गर ठेवून चाकूने कापा. कुंडीतील मातीत रुतवा आणि वर माती पसरा. पाणी घाला. माती ओलसर राहावी इतकेच पाणी रोज घाला. आठवड्यात रोप उगवेल. लसूण, कांदा हिरवट कोंब असलेले पाहून कोंब वर व मुळे खाली राहतील अशा पद्धतीने लावा.
३. परातीत ओली माती पसरून त्यात धणे रोवा. चार दिवसांतच ताजी हिरवीगार कोथिंबिरीची पाने स्वैपाकात वापरता येतात.
४. गाजराप्रमाणे रताळी, बटाटे इ. पेल्यामध्ये वाढवायचा प्रयत्न करा. कुंडीइतकी ती जोमाने वाढत नाहीत.

काही रोपे विशेषतः वेली पसरत वाढतात आणि नवी रोपे तयार होतात. भिंतीवर वाढणाऱ्या वेली, दुर्वा, हरळी ही गवत जातीची रोपे जमिनीला समांतर वाढतात. खोड जिथे जमिनीला टेकते तिथे त्याला मुळे फुटतात आणि तिथेच ते रुतून नवे रोप तयार होते. हरळीचे एक रोप धरून उपटले तर ओळीने तीनचार रोपे येतात. कृत्रिम हिरवळीसाठी ही रोपे मुद्दाम वापरतात. पुंजक्यांनी अशी रोपे लावली आणि नियमित पाणी घातले तर गच्च, दाट, हिरवीगार मऊ हिरवळ (लॉन) तयार होते. बटाट्याला फुले आणि बिया येतात पण पुनरुत्पादनासाठी शेतकरी बटाट्याचे डोळेच वापरतात. काही रोपांचे पुनरुत्पादन त्यांच्या खोडापासून, फांद्यांपासून होते (ऊस). गाजर, बटाटा इत्यादींना जेव्हा कोंब फुटतात तेव्हा अन्न बनवेपर्यंत पोषण होण्यासाठी सोबत गर असणे आवश्यक आहे. एका डोळ्यापासून बटाट्याचे रोप बनते आणि नंतर जमिनीत त्याला अनेक बटाटे धरतात. बटाट्याच्या वा इतर रोपांच्या नव्या संकरित जाती तयार करण्यासाठी मात्र त्यांच्या फुलांतील बीवर प्रक्रिया करावी लागते. अशा बीपासून मग नव्या जातीचे बटाटे तयार होतात.



काचेच्या भांड्यात फांदीला मुळे आणा

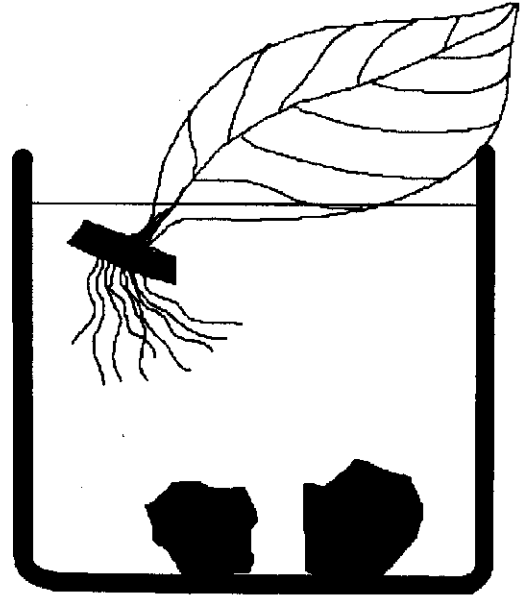
बी, खोडाचे तुकडे, डोळे, पाने इ. पासून वनस्पतीचे पुनरुत्पादन करता येते. पानापासून रोप बनवायची कृती करा आणि वनस्पतीच्या मुळांची वाढ कशी होते ते पाहा.

राय नावाच्या कडधान्याच्या रोपाला इतकी मुळे फुटतात की ती एकापुढे एक जोडली गेली तर ५७० कि.मी. पेक्षा जास्त लांबी भरू शकते.

साहित्य : रबर झाड किंवा पानफुटीचे पान, चाकू, पाणी, काचेचे उंच भांडे, सूक्ष्मदर्शक भिंग, काळा कागद, कोळशाचे तुकडे, थोडा युरिया, कात्री, कुंडी, माती.

कृती :

१. एका निरोगी 'जिरेनियम', रबरप्लॉट, पानफुटी झाडाचे पान खोडाच्या थोड्या भागासकट कात्रीने कापून घ्या.
२. काचेच्या भांड्यात पाणी घालून पान बाहेर आणि खोड पाण्यात राहिल असे ठेवा. पाण्यात एकदोन

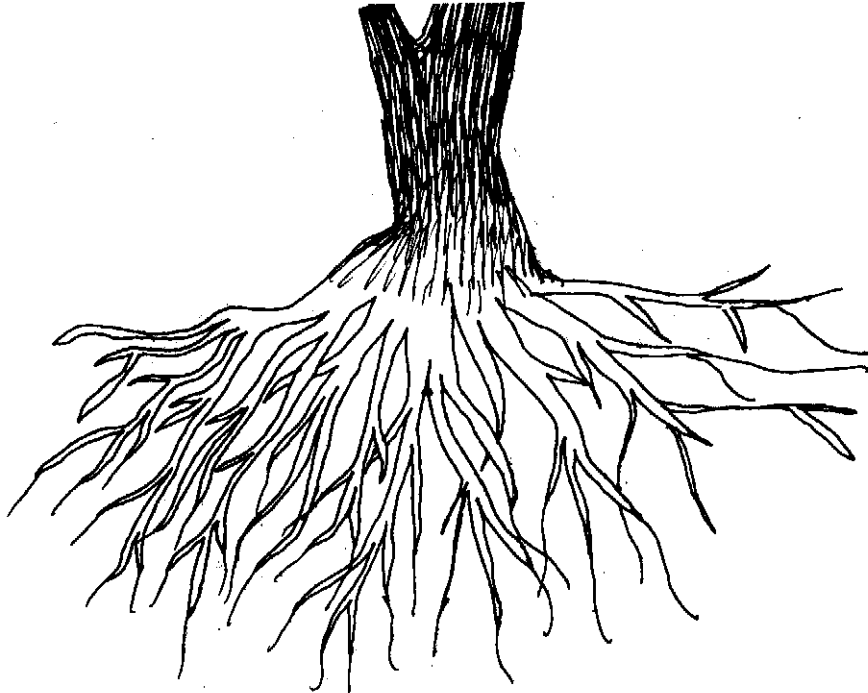


- कोळशाचे तुकडे घाला. मुळे फुटताना काही रसायने तयार होतात. ती कोळशांमुळे शोषली जातात.
३. प्रकाश मिळेल पण ऊन लागणार नाही अशा पद्धतीने भांडे खिडकीत ठेवा. काही दिवसांनी पानाच्या देठाच्या टोकाला बारीक, पांढरी, केसासारखी मुळे फुटलेली दिसतील. पाने बाहेर काढून काळ्या कागदावर पसरा, मुळांचा विस्तार स्पष्ट दिसेल. त्यासाठी सूक्ष्मदर्शक भिंग वापरा.
 ४. हे पान पाण्यात अनेक दिवस जिवंत राहू शकते. महिन्यातून एकदा चमचाभर युरिया पाण्यात मिसळून भांड्यात टाका.
 ५. चांगली मुळे फुटल्यावर हे पान कुंडीत मातीमध्ये

लावा आणि अंगणात झाडाखाली ठेवा, किंवा खिडकीत ठेवा. भराभरा पाने फुटतील आणि सशक्त नवे रोप तयार होईल.

काही झाडांची मुळे, वरती खोड जसे सरळ वाढते त्याप्रमाणे जमिनीत सरळ वाढतात. वरती फांद्या फुटतात तसे खाली मुळांनाही इतर मुळे फुटतात. सरळ वाढणाऱ्या मुळाला सोटमूळ (टॅपरूट) म्हणतात. ओक, आंबा, जांभूळ यांसारख्या झाडांचा वरचा विस्तार आणि जमिनीतील विस्तार सारखा असतो. वरती खोड, फांद्या आणि जमिनीत मुळे. फक्त वरती पाने, फुले, फळे येतात.

मुळांमुळे झाडांना जमिनीत घट्ट आधार मिळतो. वारा, वादळ, पाऊस आला तरी मुळे मातीला घट्ट धरून ठेवतात. जमिनीतील पाणी आणि सेंद्रिय घटक मुळापासून एकत्र करून वर झाडात जातात. मुळांच्या वाढीसाठी ओलसर जमीन आवश्यक आहे. जमिनीत असताना मुळाची वाढ पाहायची असेल तर खणावे लागते. वरील प्रयोगात पाण्यामध्ये मुळे फुटण्याची क्रिया अभ्यासली आहे. बीऐवजी झाडाच्या इतर भागापासून पुनरुत्पादन करतात त्याला 'क्लोनिंग' असे म्हणतात. ठरावीक झाडाचे खोड अथवा पान पाण्यात ठेवून मुळे फुटली की जमिनीत वाढवून पूर्ण झाड बनू शकते. शोभेच्या पानांची अनेक झाडे क्लोनिंग तंत्राने वाढवता येतात. अशा झाडांची फांदी लावली तरी मुळे फुटून त्याचे पूर्ण झाड बनते. कलम करणे हा पुनरुत्पादनाचा आणखी एक प्रकार आहे. गुलाब, बिनबियांची संत्री, मोसंबी, द्राक्षे, आंबा इ. ची झाडे कलमतंत्र वापरून वाढवतात. यामध्ये खोडावरचा फुटलेला डोळा वरच्या सालीसकट पातळ काप घेऊन काढतात. त्याच झाडाच्या साध्या रोपावर खाच घेऊन त्यावर कलमी झाडाचा हा डोळा बांधून ठेवतात. या डोळ्याला पाने फुटली की खोडावर नवे रोप तयार होते. चांगल्या प्रजातीची झाडे कलमपद्धतीने लागवड केल्यास भरपूर उत्पन्न देतात. व्यापारी तत्वावर फळशेती करताना कलमे लावणे फायद्याचे ठरते.



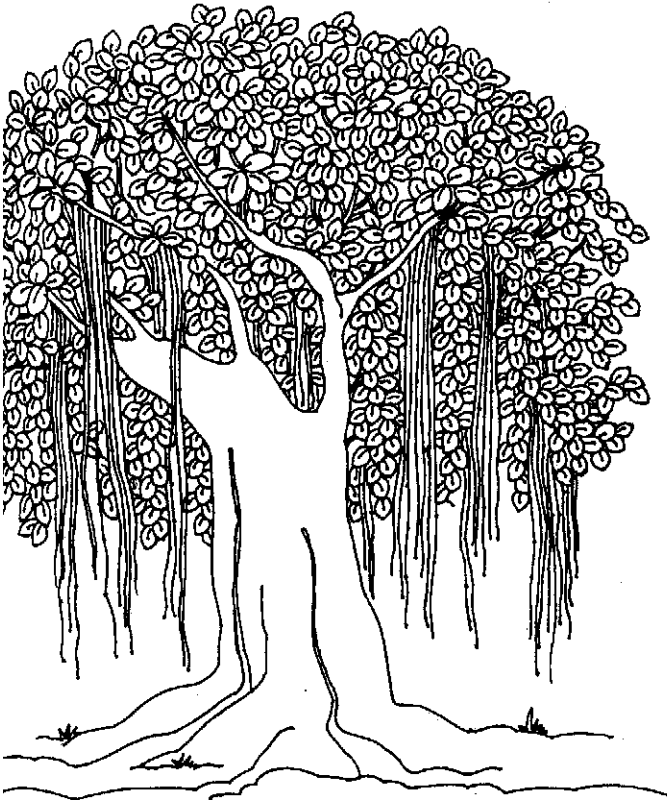
झाडाला फसवता येते का?

प्रत्येक झाडामध्ये कसे वाढावे याचे उपजत ज्ञान असते. वेगवेगळ्या प्रकारांनी बी रुजवली तरी त्याची मुळे पृथ्वीच्या मध्याच्या दिशेने आणि पाने सूर्याच्या म्हणजे प्रकाशाच्या दिशेने वाढतात. झाडांना या बाबतीत फसवणे शक्य होत नाही. प्रयत्न करून पाहा.

साहित्य : मूग अथवा घेवड्याच्या बिया, दोन काचेचे पेंले, पाणी, टीपकागद.

कृती :

१. रात्रभर घेवडा वा मुगाचे टपोरे दाणे भिजत घाला.
२. दोन काचेच्या पेल्यांना आतल्या बाजूने टीपकागद लावा आणि मग ओले करा.
३. भिजलेल्या बिया दोन पेल्यामध्ये रुजत घाला. हे दाणे टीपकागद आणि काच यांमध्ये सरकवून ठेवा. म्हणजे दाण्यांना प्रकाश, ओलावा आणि ऊब मिळेल. दाणे ठेवताना एक उभा, एक आडवा, एक तिरका, एक उलट असे वेगवेगळ्या स्थितीत ठेवा. दोन दाण्यांत अंतर ठेवा. पाणी शिंपडून कागदाचे बोळे पेल्यामध्ये



एक मोठे पसरलेले वडाचे झाड म्हणजे जणू एखादे स्वतंत्र जंगल असते. त्याची मुळे जमिनीत असतात तशी हवेतही असतात. पक्षी वडाची फळे खाऊन बिया झाडावरच टाकतात आणि त्या तेथेच रुजतात. बीतून मूळ पृथ्वीच्या दिशेने वाढते, जमिनीपर्यंत पोचते आणि मोठे, जाड होत जाते. वडाच्या पारंब्यांचा घेर वाढत जातो. जणू ती स्वतंत्र झाडेच आहेत. वरती असलेल्या बीला वरच्या दिशेने कोंब फुटतात आणि ते वरच्या दिशेने वाढतात. अशी वडाची अनेक स्वतंत्र झाडे मूळ झाडाभोवती वाढत-विस्तारत जातात. आपल्या देशात खेड्यांमध्ये काही ठिकाणी वडाची दाट छाया आणि विस्तार छपरासारखा वापरला जातो. त्या ठिकाणी आठवड्याचे बाजार भरतात किंवा सभा-संमेलने होतात.

झाडे गुरुत्वाकर्षणाच्या दिशेने वाढतात. मुळे पृथ्वीच्या मध्याकडे तर खोड, फांद्या वरच्या दिशेने वाढतात. कोणत्याही दिशेने झाड वळवले तरी ही वाढ दिशा बदलून अशीच होते. काही काळाने झाड आडवे केले तर त्याला फांद्या वरच्या दिशेनेच फुटतात. झाडांच्या वाढीसाठी गुरुत्वाकर्षण इतके आवश्यक असते की प्रयोगाकरिता त्यांची गुरुत्वाकर्षण शून्य असलेल्या जागी वाढ केली तर त्यांना दिशा कळत नाही आणि ती वेडीवाकडी कशीही वाढलेली आढळली आहेत.

घाला म्हणजे तुम्ही ठेवलेल्या बिया जागेवरून हलणार नाहीत.

४. दिवसातून एकदा पाणी शिंपडा म्हणजे टीपकागद ओले राहतील आणि बियांना पाणी मिळेल. पेल्यातील दाण्यांना प्रथम कोंब फुटतील आणि ते वाढू लागतील. दाणे वेगवेगळ्या स्थितीत ठेवले तरी मुळांची वाढ नेहमी पेल्याच्या तळाच्या दिशेने म्हणजे पृथ्वीच्या दिशेने आणि पाने विरुद्ध दिशेने वाढलेली दिसतील.
५. नीट वाढ झाल्यावर एक पेला आडवा ठेवा आणि एक आठवड्याने पाहा. आडव्या पेल्यातील मुळे आणि कोंब आपल्या वाढीची दिशा बदलतात. मुळे पृथ्वीच्या दिशेने आणि कोंब उलट दिशेने वाढू लागतील.

प्रकाशाकडे झेपावणारे झाड

झाडांच्या वाढीसाठी प्रकाश आवश्यक आहे. झाडामध्ये प्रकाश येत असलेल्या दिशेने वाढायचा उपजत गुण असतो. प्रसंगी प्रकाशासाठी गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध दिशेनेही वळणे घेत झाडे वाढतात. या प्रयोगामध्ये हा गुण दिसून येतो.

कमळासारखी कित्येक फुले सूर्यकिरणांचा स्पर्श झाला की उमलतात आणि सूर्यास्ताला मावळतात. दिवसा त्यांचे रंग पाहून कीटक आकर्षित होतात आणि परागीभवनाला मदत करतात. सूर्यफूल सूर्याच्या दिशेने मुख ठेवते. रातराणीसारखी काही फुले संध्याकाळी फुलतात. त्यांना गोड वास असतो. त्यामुळे रात्री फिरणारे कीटक आकर्षित होतात. ब्रह्मकमळ तर रात्री दहानंतर फुलते. अनेक झाडांमध्ये फुलांचे उमलणे प्रकाशावर अवलंबून असते.

साहित्य : मुगाचे दाणे, पेले, पाणी, टीपकागद, काळा कागद, टेप, खोका, कात्री, पुड्डा, कागद.

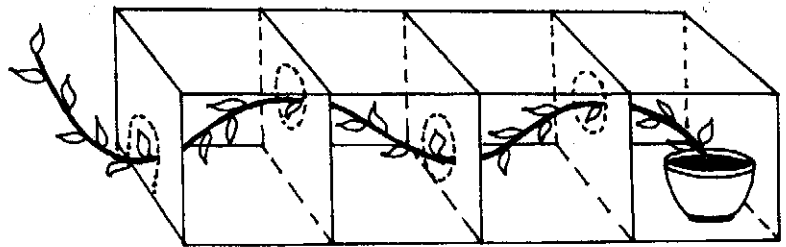
कृती :

- रात्रभर मुगाचे दाणे भिजत घाला. पेल्याला आतून टीपकागद ओला करून चिकटवा. काच आणि टीपकागद यांच्यामध्ये भिजलेले दाणे पेटा. पेल्यामध्ये कागदाचे बोळे करून घाला म्हणजे दाणे हलणार नाहीत. असे दोन पेले तयार करा आणि खिडकीत ठेवा. त्यांतील एक पेला काळ्या कागदात व्यवस्थित गुंडाळून ठेवा. टीपकागद रोज पाणी शिंपडून ओला ठेवा. एका पेल्यातील कोंबांना अजिबात प्रकाश मिळणार नाही. एक आठवड्याने दोन्ही पेले समोर ठेवून पाहा. कोंबांच्या वाढीची तुलना करा. प्रकाश मिळालेले कोंब जोमाने वाढतील, त्यांना पाने फुटतील, ती हिरवी असतील. काळ्या कागदातील पेल्यामधले कोंब मरगळलेले, वाढ न झालेले दिसतील.
- एक खोका घ्या आणि त्यामध्ये पुड्डे वापरून चार आडवे कप्पे करा. मधल्या पुड्ड्यांना एक वर, एक खाली अशी मोठी गोल भोके पाडा. खोक्याच्या एका भिंतीला खाली तसेच भोक ठेवा. एक सशक्त रोप

पानांना प्रकाश हवा असला तरी बिया मात्र काळोखात रुजू शकतात. जमिनीत ठेवल्या तर वर येतात. बशीत बी ओल्या टीपकागदावर ठेवून काळोखात ठेवली तरी रुजते, कोंब फुटतो आणि वाढतो. कारण कोंबाला लागणारे अन्न बीमध्ये असते. कोंब प्रकाशाच्या दिशेने वाढतात कारण नंतर फुटणाऱ्या पानांना अन्न तयार करण्यासाठी प्रकाशाची गरज असते. त्यासाठी प्रसंगी गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध दिशेने फांदी वाढत प्रकाशाकडे जाते.

(घेवडा वा मूग) प्रथम कुंडीमध्ये वा बशीत वाढवा आणि ही कुंडी आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे खोक्याच्या बंद बाजूच्या कोपऱ्यात ठेवा. खोक्यावर झाकण घालून बंद करा आणि तो खिडकीत ठेवा. झाकण काढून रोपाला रोज पाणी घाला. भोके मोठी असावीत म्हणजे तीनही कप्प्यांतून प्रवास करत प्रकाश रोपाजवळ झिरपत पोचेल. रोपाची वाढ पाहा. भोकाच्या दिशेने प्रवास करत खोड वळत जाईल आणि शेवटच्या कप्प्यातून बाहेर येऊन वरच्या दिशेने वाढेल. आतील पाने पिवळट तर बाहेरील हिरवी असतील. कितीही अडथळे आले तरी कोंब प्रकाशाच्या दिशेने वाढायचा प्रयत्न करतात हे दिसून येईल.

दोन कुंड्यांमध्ये दोन सारखी रोपे एकाच वेळी, एकाच प्रकारच्या मातीत वाढवा. रोज एकाच वेळी समान आकारमानाचे पाणी घाला. एक रोप खिडकीत ठेवा आणि एक बंद कपाटात ठेवा. चारच दिवसांत कपाटातले झाड मरगळेल, पाने पिवळी पडतील आणि काही दिवसांनी रोप मरून जाईल, तर खिडकीतील रोप जोमाने वाढेल. झाडांच्या वाढीसाठी प्रकाश किती आवश्यक आहे हे यावरून कळून येईल. अन्न तयार करण्यासाठी आणि वाढ होण्यासाठी झाडांना प्रकाशाची आवश्यकता असते. झाडाच्या खोडांना पाने फुटताना प्रत्येक पानाला जास्तीतजास्त प्रकाश मिळेल अशीच झाडे वाढतात.



झाडाला नक्की पाणी लागते तरी किती?

पाणी झाडांच्या वाढीसाठी आवश्यक आहे. पण जर पाण्याचे प्रमाण वाजवीपेक्षा जास्त झाले तर काय होते, हे खालील प्रयोगाने पाहा.

साहित्य : मूग आणि घेवड्याच्या बिया, दहा छोट्या कुंड्या, ताटल्या, माती, पाणी, कागद, पेन्सिल, खडू.

कृती :

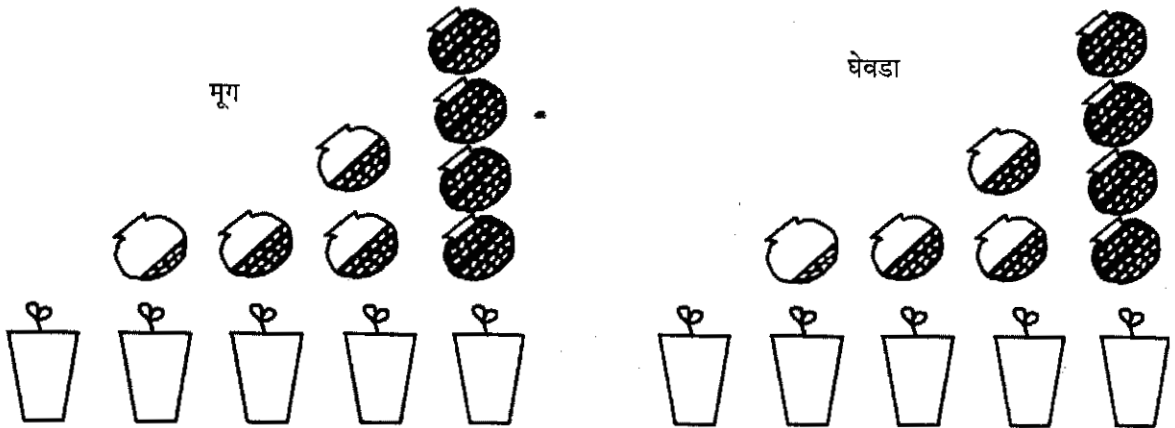
- रात्रभर मूग आणि घेवड्याच्या बिया पाण्यात भिजत घाला.
- दहा छोट्या कुंड्या माती भरून तयार करा आणि ताटलीत ठेवा.
- सकाळी भिजलेले मूग आणि घेवडा कुंड्यांमध्ये पेटा. कुंड्यांना क्रमांक देऊन खडूने त्यावर तो क्रमांक लिहा. एक ते पाच अशा दहा कुंड्या पाच घेवडा व पाच मूग घातलेल्या तयार होतील.
- कागदावर कुंडी क्रमांक लिहून ठेवा. पाणी किती व कसे घातले हे क्रमांकानुसार नोंद करण्यासाठी याचा उपयोग होईल.
- माती, प्रकाश, तापमान एकच असेल अशा जागी या कुंड्या ठेवा. फक्त पाणी घालण्यामध्ये फरक करायचा आहे. एक क्रमांकाच्या कुंड्यांना अजिबात पाणी घालू नका. दोन क्रमांकाच्या कुंड्यांना दिवसातून एकदा पाव तांब्या भरून पाणी घाला. तिसऱ्या क्रमांकाच्या कुंड्यांना अर्धा तांब्या पाणी दिवसातून एक वेळ घाला. चौथ्या कुंड्यांना अर्धा तांब्या पाणी दिवसातून दोन वेळा आणि शेवटच्या कुंड्यांना पूर्ण तांब्या भरून पाणी दिवसातून चार वेळा घाला.

बहुतेक झाडे वाढण्यासाठी वेळ घेतात. पण 'बांबू गवत' इतक्या भराभरा वाढते, की काही ठिकाणी त्याची दिवसाला तब्बल एक मीटर वाढ झाल्याची नोंद आहे.

पाणी हे बीच्या रुजण्यासाठी, रोपाच्या वाढीसाठी आवश्यक आहे. पण अति पाण्याने मात्र रोपे मरतात. पाणी जास्त झाले तर बी वाढण्याऐवजी कुजते. झाडाच्या मुळांना पाण्याप्रमाणे प्राणवायूची गरज असते. सतत पाण्यात राहिली तर मुळांना प्राणवायू न मिळाल्याने ती कुजतात आणि झाड मरते. अति पाऊस पडला तर शेतातील रोपे कुजतात. त्याला 'ओला दुष्काळ' असे म्हणतात.

- प्रत्येक रोपाची वाढ पाहा आणि कागदावर नोंद करा. आठवड्याने सर्व रोपांच्या वाढीची तुलना करा. अति पाणी मिळालेली रोपे कुजून जातात तर अजिबात पाणी न घातलेली सुकून जातात. योग्य पाणी मिळालेली रोपे तरारतील.

कृती - पातळ स्पंजचा तुकडा घेऊन त्यावर हिरवळ वाढवा. प्लॅस्टिकच्या रुंद टोपलीच्या तळाशी स्पंज ठेवा. त्यावर गवताच्या वा मोहरीच्या भरपूर बिया टाका. स्वैपाकातील मोहरीही चालेल. रोज स्पंजवर पाणी शिंपडा. जास्त पाणी तळाशी साठेल. वरती एखादा प्लॅस्टिकचा कागद पसरा त्यामुळे बिया उबदार, ओलसर-उबदार राहतील. चार-पाच दिवसांत स्पंजवर हिरवीगार बाग बनेल. एखादा आठवडा ही बाग टिकते.



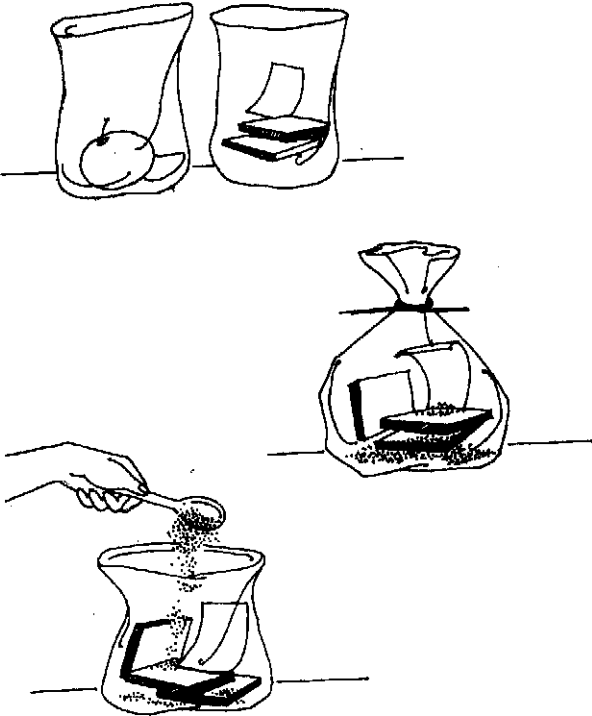
भाकरीवरची बाग

‘बुरशी’ हा सजीव प्रकार वनस्पतींत मोडतो की नाही याबद्दल संशोधकांत दुमत आहे. प्राण्यांपेक्षा त्यांचे वनस्पतींशी जास्त साम्य आहे. स्वतः वेगवेगळ्या प्रकारची बुरशी वाढवून त्याची बाग बनवा.

साहित्य : चपाती, भाकरी, फळे, भात, ब्रेड इ. अन्नपदार्थ, प्लॅस्टिक पिशव्या, तारांचे तुकडे, टीपकागद, पाणी, माती, सूक्ष्मदर्शक भिंग.

कृती :

१. प्लॅस्टिक पिशव्या फुगवून भोके नसल्याची खात्री करून घ्या.
२. प्रत्येक पदार्थासाठी स्वतंत्र पिशवी वापरा. प्रत्येक पिशवीत अन्नपदार्थ घाला. एक टीपकागद ओला करून घाला आणि चमचाभर कोरडी माती टाका. मातीमध्ये बुरशीची वाढ होणारे सजीव सुप्तावस्थेत असतात.
३. पिशवीमध्ये थोडी हवा राहिल अशा तऱ्हेने पिशवीचे तोंड तारेचे वळसे देऊन घट्ट बांधा. या पिशव्या उबदार, काळोख्या जागी रुंद टोपलीत ठेवा.
४. दहाबारा दिवसांनी सर्व पिशव्यांमध्ये बुरशीचे वेगवेगळे प्रकार वाढत असलेले दिसतील. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून ही बुरशीची बाग पाहा. मात्र पिशव्या अजिबात



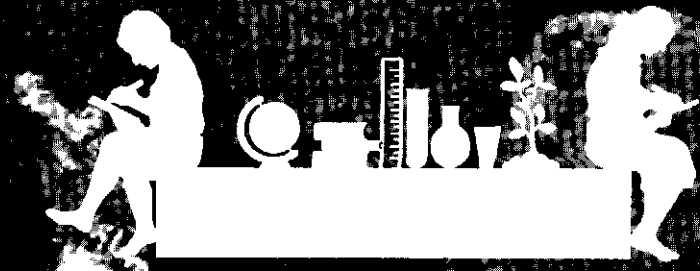
‘फंगी’ अथवा ‘बुरशी’ या प्रकारात येणाऱ्या वनस्पतींत हरितद्रव्य नसते. त्यामुळे त्या स्वतः अन्न बनवू शकत नाहीत. कचऱ्यामध्ये जो सेंद्रिय भाग असतो त्यावर या वनस्पती जोराने वाढतात. खाद्यपदार्थ आंबट झाला किंवा नासला असे आपण जेव्हा म्हणतो तेव्हा प्रत्यक्षात बुरशीची वाढ सुरू होते. हिरव्या झाडांना पाणी, तापमान याबरोबर प्रकाशाचीही गरज असते. बुरशी फक्त अन्न, पाणी, तापमान यांवर वाढते. काळोखात ती जोमाने वाढते. बुरशीच्या एक लाखावर प्रजाती नोंदलेल्या आहेत. अळंबी, यीस्ट, काळ्यापांढऱ्या रंगीत बारीक देठाच्या कुत्र्याच्या छत्र्या असे त्यांचे अनेक प्रकार आहेत. पांढरा, काळा, लाल, हिरवा, नारिंगी, गुलाबी, निळा, भुरा असे अनेक रंग त्यांना असू शकतात. बुरशीचा पृष्ठभाग हा पूड फवारल्यासारखा मंद रंगाचा दिसतो. कारण वरती परागकणांचा अथवा पुनरुत्पादन करणाऱ्या बुरशीच्या सूक्ष्म बियांचा (स्पोर्स) थर असतो. या बीजांमुळे नवी बुरशी तयार होते. टाचणीच्या टोकाएवढ्या जागेत हजारोंच्या संख्येने ही बीजे एका आवरणात राहतात. महिनोन्महिने ही बीजे सुप्तावस्थेत राहू शकतात. वाऱ्यावर उडण्याइतकी ती हलकी असतात त्यामुळे इतस्ततः पसरली जातात. योग्य वातावरण मिळाले तरच त्यांची वाढ होते. पेनिसिलिन हे महत्त्वाचे औषध बुरशीजन्य आहे. मानवाला उपयुक्त असे अनेक पदार्थ बुरशीपासून बनवले जातात.

उघडायच्या नाहीत. निरीक्षण करून झाले की तशाच फेकून घ्या आणि स्वच्छ हात धुवा.

५. प्रत्येक पिशवीत वेगवेगळ्या रंगाची, उंचीची आणि वरचा शेंडा वेगळा असलेली बुरशी दिसेल.

लिमलेटच्या गोळ्यांमध्ये जो लिंबाचा स्वाद येतो तो बुरशीपासून बनवला जातो. ‘सायट्रिक ॲसिड’मुळे हा विशिष्ट स्वाद येतो. काळ्या रंगाच्या एका विशिष्ट बुरशीला कृत्रिमरीत्या वाढवून हा स्वाद बनवला जातो.

६. वेगवेगळ्या पदार्थांवर (टोमॅटो, बटाटा इ.) वरील पद्धतीने बुरशी वाढवून पाहा. पदार्थ स्वतंत्र अथवा जोडीने वापरा. पाणी, प्रकाश, तापमान यांमध्ये फेरफार करून पाहा. बुरशीची उत्तम वाढ कोणत्या परिस्थितीत होते, हे तुम्हीच शोधून काढा.

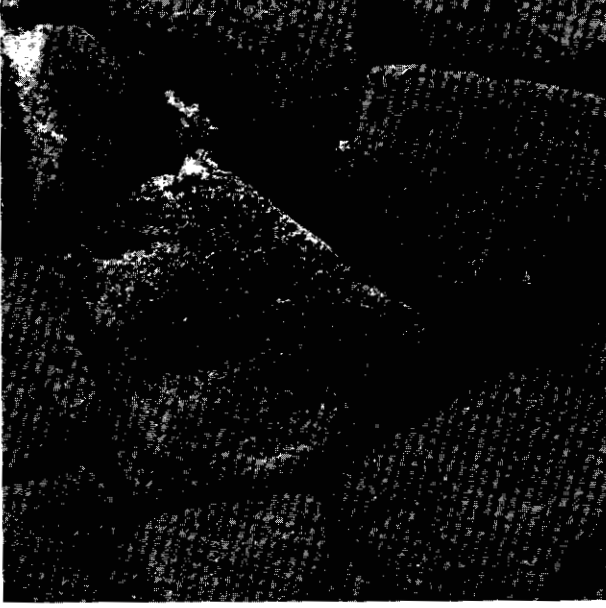


खडक

३

www.ksars.org

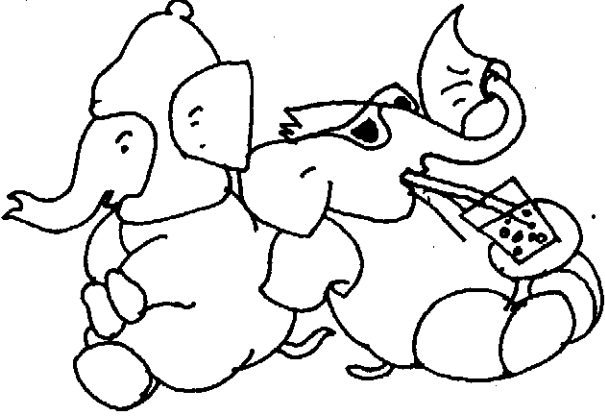
खडक



अनुक्रम

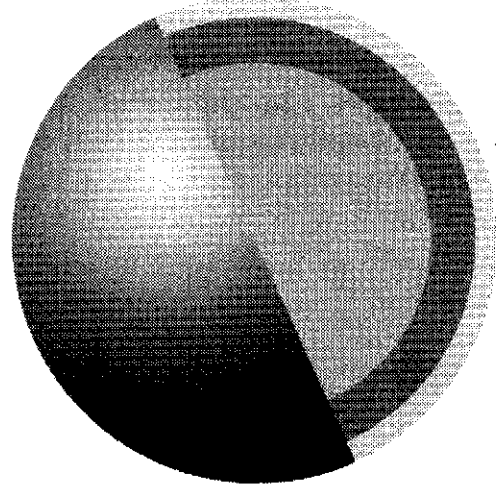
- खडकांची अनोखी दुनिया / २१५
विविध प्रकारच्या खडकांचे वर्गीकरण / २१७
रिकाभ्या दिसणाऱ्या जागेत लपले आहे काय? / २१९
पृथ्वी - एक विशाल लोहचुंबक / २२१
खडकांचे अंतरंग / २२२
पृथ्वी आणि सफरचंदाचे अनोखे नाते / २२३
घरच्या घरी ज्वालामुखी कसा बनवता येईल? / २२४
स्फटिकांची बाग बनवणार? / २२५
पर्वतावर सोडा पर्जन्यासत्र / २२७
वाळूची शिल्पे / २२९
शोधा खडकांमधले वैविध्य / २३०
परातीतच जीवाश्म बनवा! / २३१
अब्जावधी वर्षांचा इतिहास फक्त काही मीटर अंतरात / २३३
भटकणारे भूखंड / २३५
शोध धरणीमातेचा / २३९
बहुरूपी माती / २४१
माती खडकासारखी घट्ट का होते? / २४३
खडकांची शाळा / २४४
खडकांतील मूळ खनिज कसे शोधाल? / २४५
खडकांची विविध रूपे/पाण्यावर तरंगणारा खडक / २४७

'खडकांची अनोखी दुनिया



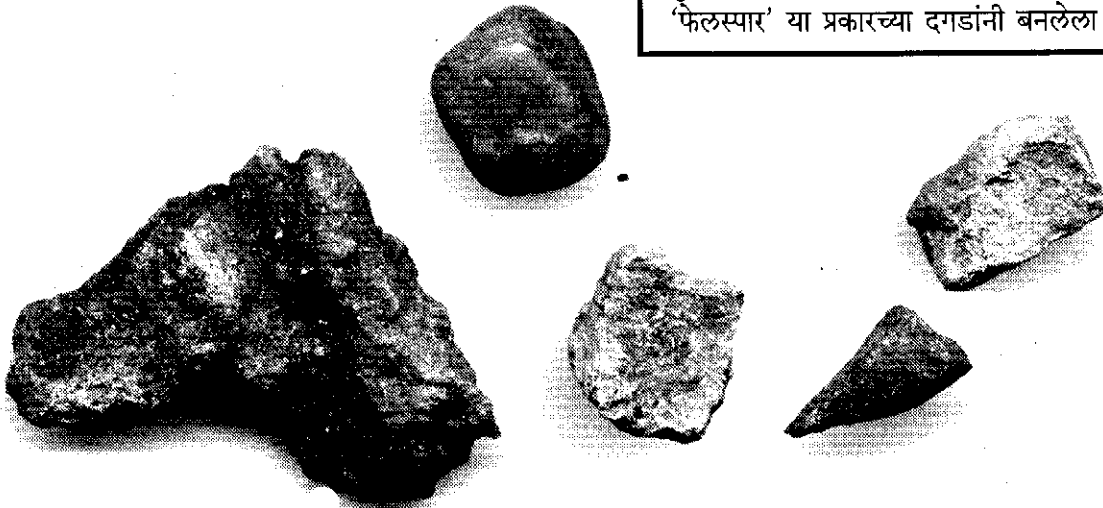
पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखाली सहा मीटर अंतरावर ऋतू पृथ्वीपेक्षा बरोबर उलट असतात. पृथ्वीवर जर उत्तर गोलार्धात डिसेंबर-जानेवारीत हिवाळा असला, तर त्या वेळी पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या सहा मीटर खाली तापमान सर्वात जास्त असते, म्हणजेच उन्हाळा असतो. तसेच मे-जूनमध्ये पृष्ठभागावर उन्हाळा असतो तेव्हा अंतर्भागात तापमान सर्वात कमी म्हणजेच हिवाळा असतो. पृथ्वीचे कवच उष्णतेचे मंदवाहक असल्याने असे घडते. हिवाळी तापमान पृष्ठभागाखाली ६ मीटर पोचेपर्यंत उन्हाळा येतो, तर उन्हाळी तापमान पोचेपर्यंत थंडी सुरू झालेली असते. म्हणूनच, उन्हाळ्यात तळी, विहिरी यांतील पाणी आपल्याला रात्री कोमट तर दुपारी थंड लागते. याचे कारणही हेच आहे. पाणीही पृथ्वीप्रमाणे उष्णतेचे मंदवाहक आहे.

आपण टेकडीवरून अथवा एखाद्या मैदानावर उभे राहून पाहिले तर प्रथम सर्वत्र मातीने बनलेली जमीन दिसते. प्रत्यक्षात मात्र पृथ्वीचे कवच खडकांनी बनलेले आहे. वरती एखादी चादर पसरावी तसा मातीचा थर आहे. काही ठिकाणी मातीतून खडक वर येतात. अशा भागाला आपण खडकाळ जमीन म्हणतो.



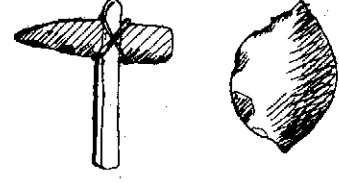
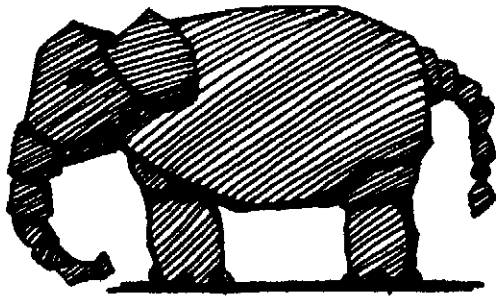
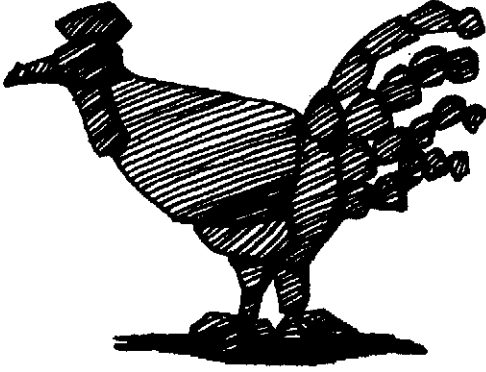
वाळूमध्ये काही कण चुंबकीय गुणधर्माचे असतात. विशेषतः काळपट रंग असलेले कण पाहा. चुंबक घेऊन किनाऱ्यावरील वाळूतून फिरवा आणि असे कण शोधा. हे अवकाशातून पृथ्वीवर आलेले उल्काकण असू शकतील. असे अज्यावधी उल्काकण पृथ्वीवर पडलेले आहेत. या कणांत लोह आणि निकेल धातूचे प्रमाण जास्त असते.

पृथ्वीच्या कवचाचा ९० टक्के भाग हा 'क्वार्ट्झ' आणि 'फेलस्पार' या प्रकारच्या दगडांनी बनलेला आहे.

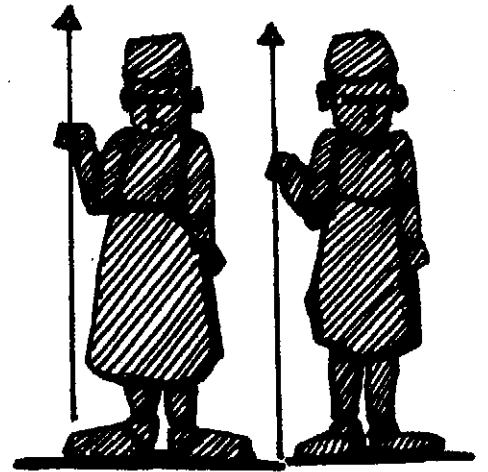


साहित्य : वेगवेगळ्या आकाराचे दगड, रंगवण्यासाठी ब्रश व रंग, चुंबक.

कृती : गोल आकाराचा दगड कागदावर वजन ठेवण्यासाठी वापरला जातो. कल्पनाशक्ती वापरून दगडापासून अनेक कलात्मक वस्तू आपल्याला बनवता येतात. उदा. एकसारख्या उभट आकाराच्या दगडांची सैनिकांची पलटण बनवता येते. एखादा लांबट दगड कप्तान होईल, तर बाकी साधे सैनिक. दगड रंगवून, त्यांवर नाकडोळे, केस, मिशा काढून त्यांची पलटण बनवा किंवा क्रिकेट टीम बनवा. लहान लहान दगड चिकटवून प्राणी, पक्षी, इ. बनवा. टेबलावर शोभेची वस्तू किंवा मागे चुंबक चिकटवून लोखंडी कपाटाला चित्रे चिकटवण्यासाठी त्यांना वापरा. दिल्लीमध्ये यमुनेच्या काठावर शक्तिस्थळ येथे स्वर्गीय इंदिरा गांधींची समाधी आहे. त्या जागी एक मोठा उभा पाषाण कलात्मकरीत्या उभा केला आहे. इंदिरा गांधींचे कणखर व्यक्तिमत्त्व जणू त्यातून प्रतीत होते.



फार पूर्वीपासून खडकांचा उपयोग शस्त्रे बनवण्यासाठी, स्मारके, घरे बांधण्यासाठी केला जातो. सुमारे दहा लाख वर्षांपूर्वी पृथ्वीवर 'अश्मयुग' होते. त्याचे जुने अश्मयुग व नवे अश्मयुग असे भाग पडतात. जुन्या अश्मयुगात दगड फोडून हातात मावतील अशी शस्त्रे बनवली जात. मोजण्यासाठी खडे वापरले जात, तर धार काढण्यासाठी, हातोड्यासारखे घाव घालण्यासाठी, गवत कापण्यासाठी पाते करून दगड वापरले जात. प्राणी मारण्यासाठी बूमरँग हे शस्त्रदेखील दगडापासून तयार करत. नव्या अश्मयुगात वाळूने घासून, ठोकून अधिक प्रगत शस्त्रे, वस्तू, भांडी बनवली जात.



विविध प्रकारच्या खडकांचे वर्गीकरण

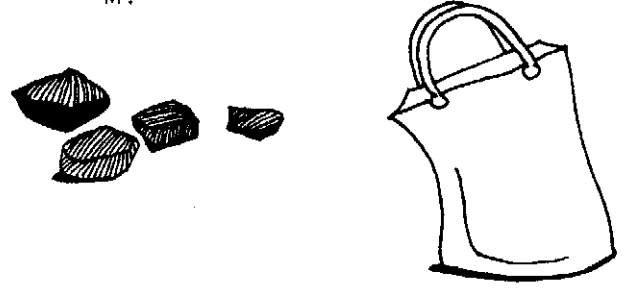
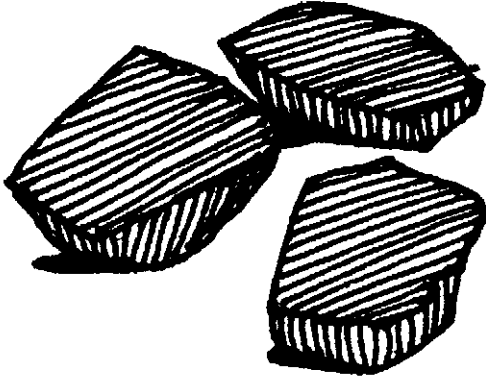


दगड हा शब्द आपण नेमक्या कोणत्या पदार्थासाठी वापरतो? दोन दगडांत फरक का व कसा असतो? दगड नसलेल्या वस्तूत आणि दगडात कोणता फरक असतो? दगडांचे वर्गीकरण कसे कराल? वर्गीकरण हे विज्ञानातील एक महत्त्वाचे अंग आहे. वर्गीकरणामुळे आपणाला विविध गोष्टींचे गट तयार करता येतात.

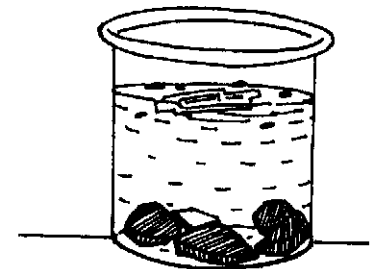
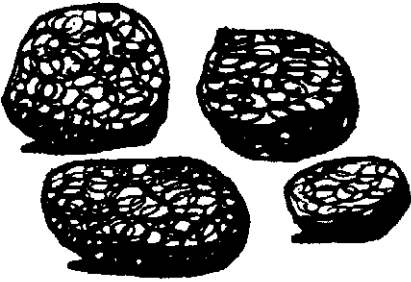
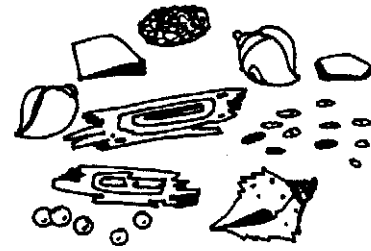
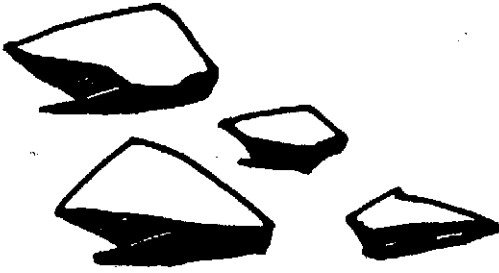
साहित्य : वेगवेगळ्या प्रकाराचे, आकारांचे दगड, दगडासारख्याच पण दगड नसलेल्या वस्तू (सिमेंटचे तुकडे, गोठ्या, लाकडे, शंख, विटकरीचे तुकडे, स्पंज, सुकलेल्या बिया इ.), प्लॅस्टिक पिशवी, पाण्याचे भांडे.

कृती :

१. वरील सर्व वस्तूंचा एक ढीग करा. ज्या वस्तू दगड आहेत त्या एका बाजूला आणि ज्या दगड नाहीत, त्या दुसऱ्या बाजूला करा. एखादी वस्तू दगड का नाही, याचे स्पष्टीकरण द्या. लोखंड वा गोटीपासून दगड वेगळा का व कसा आहे हे तुम्हांला सांगता येते का?



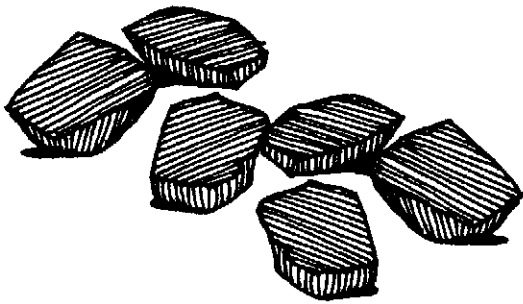
२. दगडाचा स्पर्श, आकार, रंग, वास हा इतर वस्तूपेक्षा वेगळा असतो. तो ओला झाल्यावर त्यात काय फरक पडतो. वरील वस्तूंपैकी कोणत्या वस्तू पाण्यात बुडतात आणि कोणत्या तरंगतात ते पाहा. या गुणधर्माचा नेमका अर्थ काय ते स्पष्ट करता येईल?



३. प्रत्येकाने एकेक दगड उचला. आता आपल्या हातातील दगडाचे नीट निरीक्षण करा. पण त्यावर कसलीही खूण मात्र करायची नाही. मग सर्व दगड एकत्र करून पिशवीत घाला. पिशवी हलवून टेबलावर उपडी करा. प्रत्येकाने 'आपला' दगड ओळखून काढायचा आहे. नीट पाहिले तर समान आकाराच्या विविध दगडादगडांतील फरक ओळखता येतो. येईल का ओळखता?

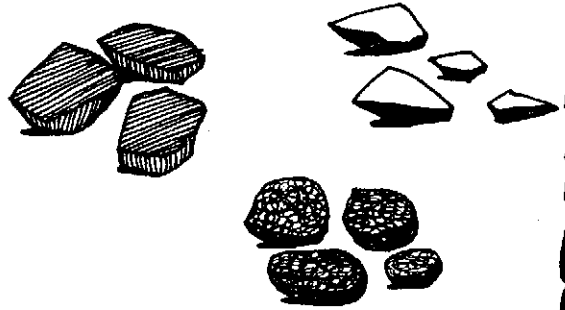


४. आता हे सर्व दगड एकत्र करा. ही संख्या १० पेक्षा जास्त असावी. कोणत्या तरी एकाच गुणधर्माच्या दगडांचे वर्गीकरण करा. उदा., आकार हा गुणधर्म प्रमाण मानून सारख्या आकाराचे दगड एकत्र करा. अशाच पद्धतीने इतर गुणधर्मप्रमाणे (रंग, स्पर्श, डाग, कठीण, खडबडीत, गुळगुळीत इ.) वर्गीकरण करा. शक्य तेवढ्या जास्तीतजास्त प्रकारांनी वर्गीकरण करा.



वर्गीकरणाचे महत्त्व :

वर्गीकरण करणे विज्ञानाच्या प्रत्येक शाखेत महत्त्वाचे असते. वस्तूचे तपशिलात जाऊन निरीक्षण केले तर योग्य प्रकारे वर्गीकरण करता येते. दोन वस्तूंत नेहमीच फरक असतो तसा दोन दगडांतही असतो. वस्तूची तुलना करणे, वर्णन करणे आणि गट पाडणे ह्या वर्गीकरणाच्या पायऱ्या आहेत. वाचनालयात पुस्तके विषयानुसार आणि लेखकांच्या सूचीनुसार गट करून ठेवलेली असतात म्हणून हजारो पुस्तकांतून नेमके पुस्तक काढून देणे शक्य होते. सजीवांचे प्रथम वनस्पती-प्राणी असे मुख्य गट, मग प्रत्येकाचे उपगट असे करत वर्गीकरण केलेले असते. समान गुणधर्माचे सजीव एका गटात येतात. त्यामुळे गटाचा अभ्यास करणे सोपे होते. त्यामुळे सजीव, निर्जीव यांचे एकमेकांतील संबंध यांचा अभ्यास करता येतो. उदा. मोगरा, जाई, जुई, अनंत, तगर, कुंदा ही सर्व फुले रोपांना लागतात आणि पांढरी असतात. पण प्रत्येकाचा आकार आणि वास मात्र वेगळा असतो.

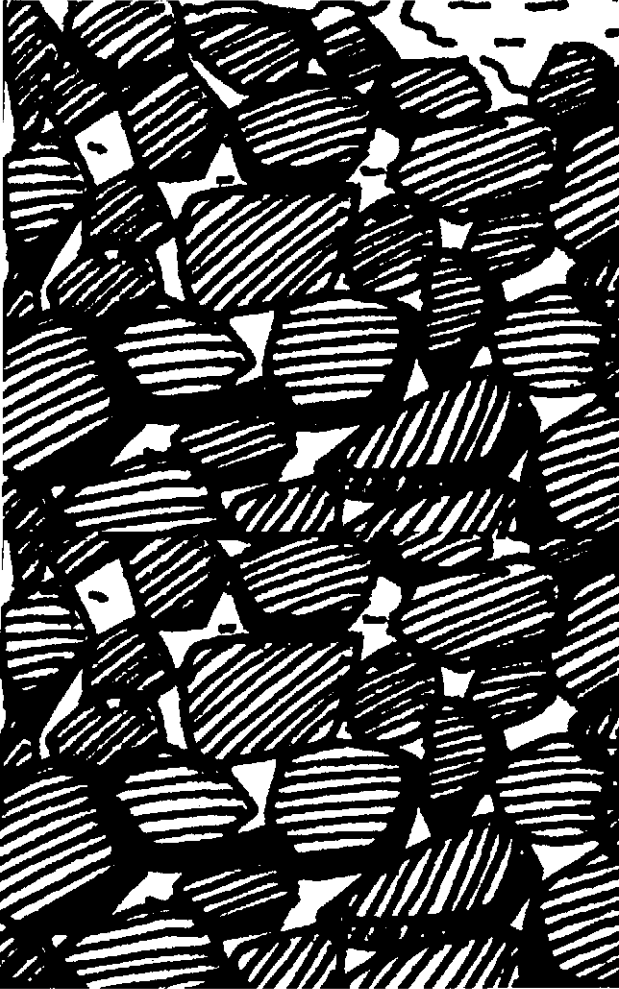


रिकाभ्या दिसणाऱ्या जागेत लपले आहे काय?



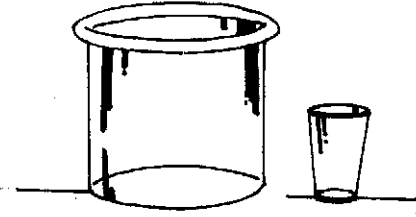
आपल्याला खडीचा रस्ता पाहिल्यावर वाटते की दगडाचा थर अगदी दाबून बसवलेला आहे. प्रत्यक्षात काळजीपूर्वक बघितले तर दगडांचा थर वा ढीग बनतो तेव्हा त्यात बरीच जागा रिकामी राहते.

साहित्य : पारदर्शक प्लॅस्टिकचे वा काचेचे भांडे, पेला, मोजपात्र, पाणी, विविध प्रकारचे दगड, वाळू, कागद, पेन्सिल, टेप.



कृती :

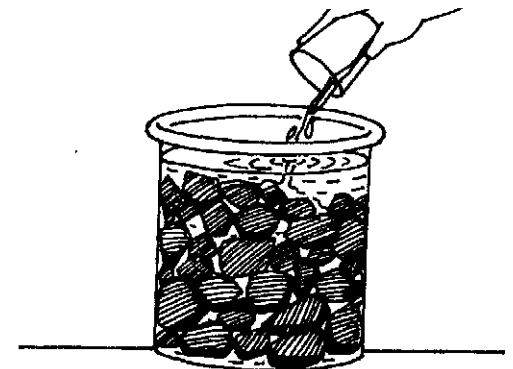
१. एका पेल्यात किती पाणी मावते, हे मोजपात्राच्या साहाय्याने मोजा. मग या पेल्याने मोठ्या प्लॅस्टिकच्या भांड्यात पाणी ओता. किती पेले पाणी मावते तो आकडा नोंदवा.



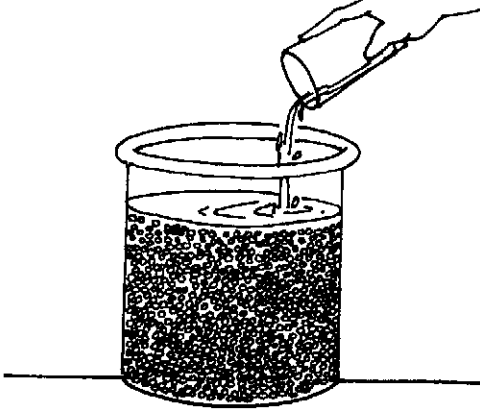
२. आता हे भांडे रिकामे करून ते पूर्ण भरेपर्यंत दगड घाला. आतमध्ये किती पेले पाणी मावेल याचा अंदाज पाहून करा आणि आपले निरीक्षण लिहून ठेवा. (उदा. भांड्यात १/४ वा १/८ जागा मोकळी आहे.)



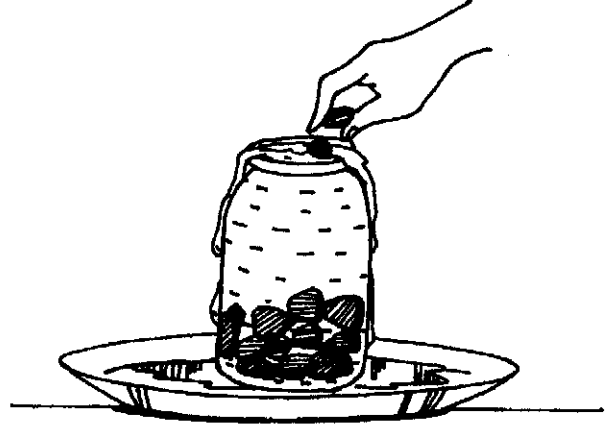
३. पेल्याने त्यामध्ये पाणी ओता. भांडे पूर्ण भरेपर्यंत पाणी ओता. किती पेले पाणी मावते तो आकडा नोंदवा. मोजपात्राने पेल्याचे आकारमान आधी मोजल्यामुळे दगडाचे व रिकाभ्या जागेचे आकारमान सहज काढता येते. तुमचा अंदाज बरोबर आहे का?



४. पाणी आणि दगड काढून भांडे वाळूने पूर्ण भरा. त्यात पेल्याने सावकाश पाणी ओता. किती पाणी मावते पाहा. दगड आणि वाळू भरलेली असताना मावणाऱ्या पाण्याच्या आकारमानाची तुलना करा. दगडापेक्षा वाळूत कमी पाणी मावेल; कारण वाळूचे कण हे अत्यंत लहान आकाराचे दगड असतात.



५. वेगवेगळ्या आकारमानाचे दगड घ्या. एकत्र करून कोणत्या आकारमानाच्या दगडाने भांडे भरल्यास जास्त पाणी मावते ते पाहा. लहान दगड आणि मोठे दगड भांड्यात भरले तर सारखेच पाणी मावते का?



खडी, वाळू यांचे नीट निरीक्षण केले तर त्यामध्ये असलेली रिक्कामी जागा दिसते. काही वेळा वाळूचे कण क्षाराने चिकटतात आणि त्यापासून वाळूचा खडक (सँडस्टोन) बनतो. मातीही चिकटून ठेकळे बनतात. त्यांमध्येही जागा असते. पावसाचे पाणी या रिक्काम्या, काही वेळा डोळ्यांनाही न दिसणाऱ्या रिक्काम्या जागांमधून झिरपते. त्यामुळेच ओल धरते. पृथ्वीच्या कवचामध्ये दगडाचा थर आहे. त्याखाली रिक्काम्या जागा आहेत. या जागा झिरपलेल्या पाण्याने भरतात. विहिरी खणल्यावर जे झरे लागतात ते दगडाच्या, मातीच्या थरातून झिरपलेल्या पाण्याच्या या साठ्यांकडून येतात. काही वेळा जमिनीखालील (विशिष्ट ठिकाणी) या रिक्काम्या जागेत विशिष्ट प्रकारची खनिज तेले अथवा वायू साठतात.

कृती : हाच प्रयोग आणखी एका प्रकाराने करता येतो. भांड्याऐवजी रुंद तोंडाची बाटली घेऊन ती दगडाने आणि उरलेल्या जागी पाण्याने पूर्ण भरा. भरलेल्या दगड-पाण्यासह झाकण बंद करून बाटली पाण्याने भरलेल्या बादलीत उलट करा. पाण्याखाली बाटलीचे तोंड ठेवून झाकण काढा. दगड खाली पडतील आणि पाण्याची पातळी खाली येईल. वरती राहिलेली हवा दगडाचे आकारमान दर्शवते. जर बाटलीवर आधी खुणा करून घेतल्या तर दगडाचे, हवेचे आकारमान काढता येते. त्यासाठी मोजपात्र वापरा. किंवा पूर्ण पाणी भरलेल्या बाटलीत एक एक दगड टाकून बाहेर पडलेले पाणी परातीत वा तसराळ्यात जमा करा. या उत्सारित पाण्याचे आकारमान मोजपात्राने काढा. तेच दगडाचे आकारमान आहे.

पृथ्वी - एक विशाल लोहचुंबक



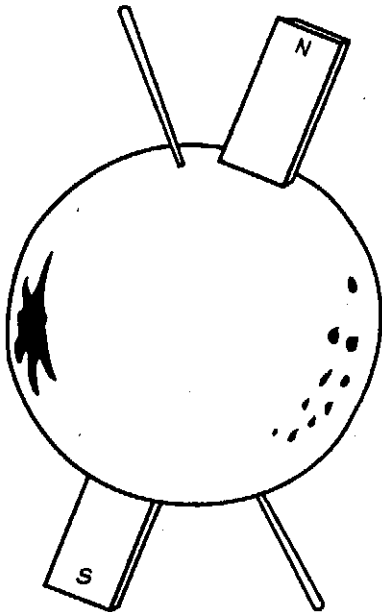
आपली पृथ्वी ही एक प्रचंड मोठा लोहचुंबक आहे. आपल्याला त्याची प्रतिकृती तयार करता आली तर? साध्याशा सामग्रीतून हे सहज जमेल.

साहित्य : एक मोठे मोसंबे, पट्टीचा लांब लोहचुंबक, काड्या, चुंबकसूचीची लहान डबी, चाकू.

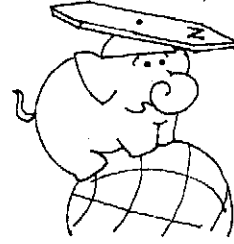
कृती :

- बारीक पात्याचा चाकू मोसंब्यात एका बाजूने खुपसा आणि गोल फिरवा. या कापलेल्या चिरेतून पट्टीचा लोहचुंबक सावकाश सरकवा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे चुंबकाचे दोन ध्रुव वरती ठेवा. चुंबकाच्या बाजूला अंदाजे २३ अंशांचा कोन साधून दोन काड्या खुपसा. या काड्या पृथ्वीचे भौगोलिक ध्रुव दर्शवतात.
- चुंबकसूचीची डबी मोसंब्याच्या पृष्ठभागावर कोठेही ठेवली तर सूचीचा बाण चुंबकाच्या दिशेनेच स्थिर राहतो.
- ही डबी बाहेर कुठेही सपाट जागी ठेवली तर पृथ्वीच्या चुंबकीय अक्षाच्या दिशेमध्ये स्थिर राहते.

उत्तर ध्रुवाजवळ 'अरोरा बोरीअलिस' आणि दक्षिण ध्रुवाजवळ 'अरोरा ऑस्ट्रेलिस' या नावाचे रंगीत प्रकाशाचे पट्टे आकाशात दिसतात. अत्यंत सुंदर दिसणारे हे पट्टे चुंबकीय ध्रुवामुळे अस्तित्वात येतात. सूर्याकडून येणारे सूक्ष्मकण पृथ्वीवरील



वातावरणावर आपटतात. हे कण चुंबकीय ध्रुवांकडे आकर्षित होतात. त्यांतील कमी शक्तीचे कण सुमारे २४० कि.मी. अंतरावर प्राणवायूच्या अणुंशी प्रक्रिया होऊन लाल रंगाची उधळण करतात तर जास्त शक्ती असलेले कण ८० कि.मी. अंतरापर्यंत पोचून प्राणवायूच्या अणूंकडून शोषले जातात. उत्तेजित प्राणवायूचे अणू हिरव्या रंगाची प्रकाशाची शलाका उत्सर्जित करतात. पृथ्वीवर सतत येणारे हे कण रंगीत प्रकाशाच्या लाटांसारखे पसरलेले दिसतात. संथ पाण्यावर दगड टाकला तर जसे गोल तरंग उठतात तसे चुंबकीय ध्रुवाभोवती प्रकाशाचे तरंग दिसतात. उपग्रहाने घेतलेल्या छायाचित्रांमध्ये चुंबकीय ध्रुवाजवळची ही वलये स्पष्ट दिसतात. पृथ्वीप्रमाणे प्रत्येक ग्रहाच्या चुंबकीय ध्रुवाभोवती अशी वलये दिसतात.



पृथ्वीचेही साध्या चुंबकाप्रमाणे उत्तर आणि दक्षिण असे दोन चुंबकीय ध्रुव आहेत. त्यामुळे जगभरातील सगळ्या चुंबकसूची एकाच दिशेने सरळ रेषेत राहातात. कोणत्याही ठिकाणी, विशेषतः समुद्रावर, दिवसा वा रात्री दिशा ओळखण्यासाठी याचा उपयोग केला जातो. प्रत्यक्षात पृथ्वीचे चुंबकीय ध्रुव आणि भौगोलिक ध्रुव यांच्या अक्षामध्ये प्रतिकृतीत दाखवला आहे तसा कोन आहे. पृथ्वीच्या अंतर्भागात लोखंड आणि निकेल हे धातू प्रचंड दाबामुळे अर्धद्रव स्वरूपात आहेत. पृथ्वीच्या भ्रमणामुळे या द्रवाचे खडकांच्या घन स्तरावर घर्षण होते. त्यामुळे बदलता विद्युत्प्रवाह निर्माण होतो व तो चुंबकत्व निर्माण करतो. पृथ्वीचे भौगोलिक ध्रुव पृथ्वीच्या भ्रमणाच्या आसाभोवती आहेत. उत्तरेला या दोन ध्रुवांमधील अंतर २४०० कि.मी. तर दक्षिणेला १६०० कि.मी. आहे. चुंबकसूची चुंबकीय ध्रुवरेषा दर्शवते. जहाजे वा विमाने दिशा ठरवताना हा बदल लक्षात घेतात. पृथ्वीचा चुंबकीय आस बदलत असल्याने काही काळाने दिशादर्शक चुंबकसूचीत बदल केला जातो.

खडकांचे अंतरंग



जरी भूगर्भशास्त्र या विज्ञानाच्या शाखेची सुरुवात दगड गोळा करण्यापासून झाली, तरी फक्त वेगवेगळे दगड गोळा करणे म्हणजे काही हे शास्त्र नव्हे. भूगर्भशास्त्रात (जिऑलॉजी) पृथ्वीवरील आणि पृथ्वीच्या आतील पदार्थ, त्यांत काळाप्रमाणे होत गेलेले बदल या सर्वांचा अभ्यास केला जातो. दगड, खडक, डोंगर, पर्वतरांगा, पृथ्वी आणि तिचा अंतर्भाग या क्रमाने या शास्त्राचा विकास झालेला आहे.

दगड, खडक,
डोंगर, पर्वतरांगा



साहित्य : एक काचेचे भांडे, द्रवरूप साबण, पाणी

कृती :

पाण्यामध्ये विरघळलेल्या क्षारांच्या प्रकारावरून आणि प्रमाणावरून पाणी कठीण आहे की मृदू आहे हे ठरते. एका भांड्यात अर्धा लिटर पाणी घ्या आणि त्यात थेंब

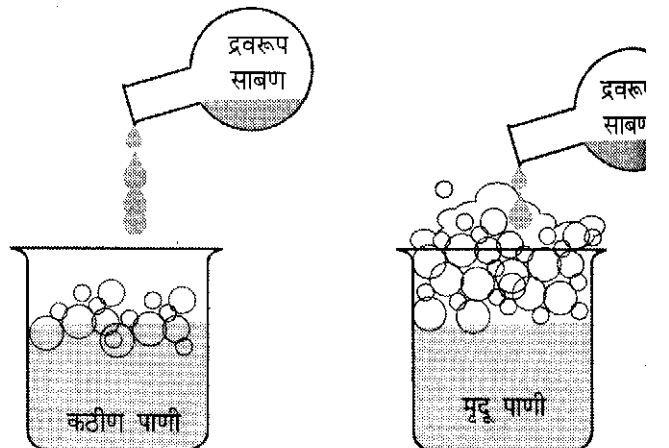
ऑस्ट्रेलियाच्या पश्चिम भागातील काही खनिजे चार अब्ज वर्षांहून जुनी आहेत असे पुरावे शास्त्रज्ञांना मिळाले आहेत. ही पृथ्वीवरील सर्वांत जुनी खनिजे 'झिरकॉन' या गटात मोडतात. ही खनिजे इतक्या स्थिर गुणधर्माची आहेत की, त्या भागात अब्जावधी वर्षे होणाऱ्या भूकंपसदृश बदलांतूनही ती टिकली आहेत.

खडक आणि खनिजे यांमध्ये फरक आहे. खनिजे ही पृथ्वीवर आणि पृथ्वीच्या पोटात आढळणारी नैसर्गिक स्वरूपातील रासायनिक द्रव्ये आहेत. लोखंड, सोने, तांबे इत्यादी धातू, माणिक, क्वार्ट्झ, अभ्रक इत्यादी स्फटिके खनिजरूपात पृथ्वीवर सापडतात. २००० पेक्षा जास्त खनिजे आजवर नोंदली गेलेली आहेत. खडक स्वतः खनिज नसले तरी अनेक खनिजांच्या मिश्रणाने खडक बनतात.

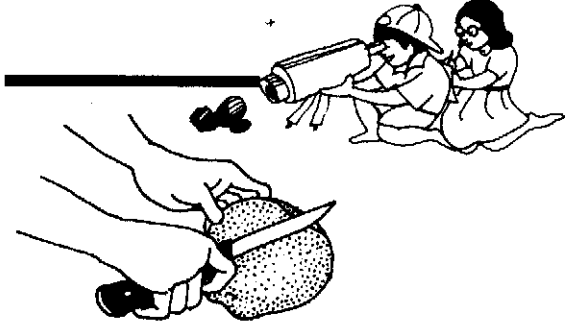
हिमालय पर्वत हा घडीचा पर्वत आहे. भूगर्भातील हालचालींनी समुद्रतळातील जमिनीच्या थरांना घड्या पडल्या आणि पर्वतरांगा तयार झाल्या. त्या जागी आधी पाणी होते ते गोठून बर्फशिखरे निर्माण झाली. त्या उंचीवर तापमान कमी असल्याने पाणी गोठले गेले. दख्खनचे पठार लाव्हारसाने बनलेले आहे. भूकंप होऊन भूगर्भातून उसळलेला लाव्हारस सखल भागात पसरला आणि थंड झाला. हा भूभाग दक्षिणेला होता म्हणून त्याचे नाव 'दख्खनचे पठार' पडले.

हवेतील बाष्प, पावसाचे पाणी प्रथम जमिनीत जिरते आणि नंतर त्याचे प्रवाह बनतात. सखल भागाकडे वाहत जाताना आसपासची माती, खडे प्रवाहासोबत जातात. खडक झिजतात आणि खोल खोल होत जात त्यांच्याच कपारी बनतात. आपल्याला दोन उंच कड्यांमधून पाणी वाहताना वरून दिसते. त्याचा उगम असा होतो.

थेंब द्रवरूप साबण टाकून हाताने वा रवीने खळबळ करा. पाण्यातील क्षारांचे प्रमाण जास्त असले, तर पाणी कठीण असते आणि अशा पाण्यात फेस येण्यासाठी खूप साबण घालावा लागतो. मगच त्यामध्ये चिकट कण बनतात आणि वर फेस येतो. मृदू पाण्याला मात्र चटकन फेस येतो. वेगवेगळ्या ठिकाणचे पाणी घेऊन ते कठीण की मृदू आहे हे तपासा. काय आढळते?

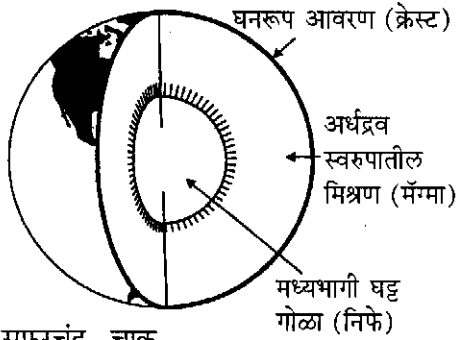


पृथ्वी आणि सफरचंदाचे अनोखे नाते



आपल्याला पृथ्वीचा आतील भाग प्रत्यक्षात दिसू शकत नाही म्हणून तर पृथ्वीवरील भागाइतका त्याचा अभ्यास करणे सोपे जात नाही. पण फक्त एक सफरचंद कापून तर पाहा, पृथ्वीच्या अंतर्भागाची कल्पना तुम्हांला नक्की करता येईल.

पृथ्वीचा अंतर्भाग चेंडूप्रमाणे पोकळ नसून घट्ट भरलेला आहे, घनरूप आहे की द्रवरूप आहे कल्पना करता येते का?



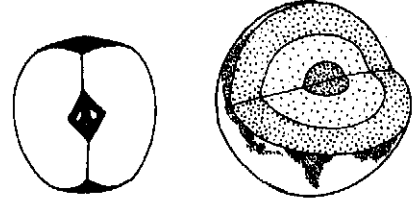
साहित्य : सफरचंद, चाकू

कृती :

1. चाकूने सफरचंदाचे दोन उभे भाग करा आणि मग आडवे कापा.
2. सफरचंद आणि पृथ्वीमध्ये पुष्कळसे साम्य आहे. दोन्ही वस्तू गोल आणि भरीव, घनरूप आहेत. दोन्हीवर पातळ साल आहे. सफरचंदाच्या गराच्या मानाने साल अतिशय पातळ असते. पृथ्वीच्या व्यासाच्या मानाने (सहा हजार कि.मी.हून अधिक) वरील घनरूप आवरण (क्रेस्ट) तसेच पातळ असते. दोघांच्या मध्यभागी स्वतंत्र

असा गरापेक्षा वेगळा भाग असतो. वरील आवरण आणि मध्यातील घट्ट भाग यांमध्ये जाडसर थर असतो. सफरचंदामध्ये हाच भाग त्याचा गर आहे तर पृथ्वीच्या पोटात प्रचंड दाबाखाली घनरूप-द्रवरूप पदार्थांचे अर्धद्रव स्वरूपात मिश्रण असते.

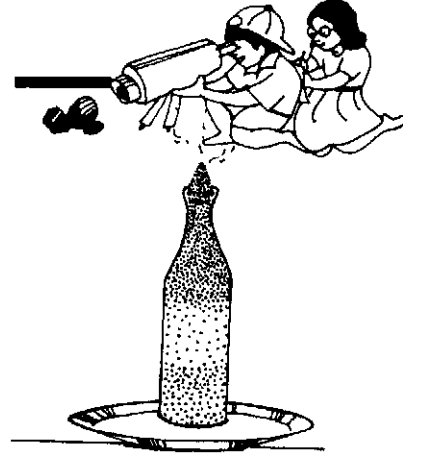
3. सफरचंदाच्या मध्यभागी घट्ट अशा बिया आणि त्यांची साल यांचा गोल असतो. पृथ्वीच्या मध्यभागी असाच घट्ट गोळा आहे त्याला 'निफे' असे म्हणतात.



पृथ्वी अस्तित्वात कशी आली याबद्दल अनेक मतप्रवाह आहेत. संशोधकांनी अनेक वर्षांच्या प्रयत्नांनंतर त्याबद्दल अनुमान वर्तवले आहे. सूर्यापासून वेगळे झालेले वायू आणि धुळीचे ढग स्वतःभोवती प्रचंड गतीने फिरताना घर्षण होऊन विद्युत्प्रवाह निर्माण झाला. त्यामुळे आणि गुरुत्वाकर्षणामुळे एकत्र येऊन त्यांचा आकार वाढत गेला. सूर्यापासून हे भाग अलग झाले. सुरुवातीला तप्त असलेला त्यातील एक गोळा अब्जावधी वर्षे थंड होत घनरूप बनला तीच आपली पृथ्वी.

पृथ्वी हा जणू अवकाशात तरंगणारा एक चेंडू आहे. आपल्या दृष्टीच्या पल्ल्याच्या मानाने आपला भूभाग इतका प्रचंड आहे की पृथ्वी नजरेला सपाट दिसते. उपग्रहाने काढलेली चित्रे पृथ्वी गोल आहे हे दर्शवतात. पर्वतरांगा, महासागर, जंगले, बर्फाळ प्रदेश इ. सर्व काही पृथ्वीच्या बाह्य आवरणावर, जमिनीवर आहे. सर्वात उंच माउंट एव्हरेस्टपासून सर्वात खोल प्रशांत महासागर धरला तरी पृथ्वीच्या वरच्या थराची जाडी ७० कि.मी. इतकीच आहे. वरील जमीन, त्याखाली उपजमीन आणि त्याच्या खाली खडकांचा जाड असा थर आहे. पृथ्वीचे बाह्य आवरण या तीन घटकांनी बनलेले आहे. आजवर सर्वात खोल जास्तीतजास्त फक्त १२ कि.मी.पर्यंत मानवी यंत्रे खनन करू शकलेली आहेत. खडकाखालील अर्धद्रवांचा संशोधकांनी अभ्यास केला आहे. ज्वालामुखींचा विस्फोट होतो, तेव्हा खडकांच्या थराखालून हा द्रव (मेंगमा) वर उसळतो. या द्रवाला (बाहेर आल्यावर) 'लाव्हा' म्हणतात. त्याचा अभ्यास करून आतील भागाबद्दल जाणून घेता येते. लाव्हारस वेगवेगळ्या प्रकारच्या खडकांतून वेगवेगळ्या वेगाने वाहतो. त्याच्या वेगावरून खडकाचा प्रकार, जाडी इ. समजू शकते. पृथ्वीच्या मध्यभागी लोखंड आणि निकेल या धातूंचा घट्ट गोळा आहे. प्रचंड दाब आणि उष्णता यांमुळे हे धातू संयोग पावून मिश्रण बनले आहे त्याला 'निफे' (निकेल + फेरस) म्हणतात. मध्यभागाचे तापमान ६००० अंश सेल्सियस आहे, असे संशोधनाअंती अनुमान काढले गेले आहे.

घरच्या घरी ज्वालामुखी कसा बनवता येईल?

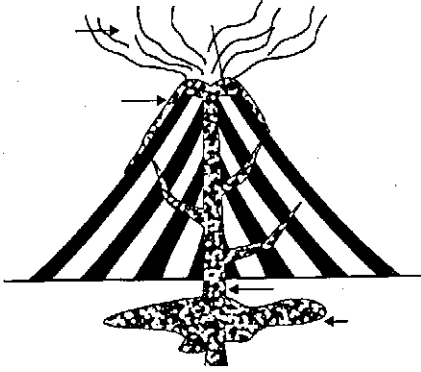


जागृत ज्वालामुखीतून उसळणारा लाव्हारस थंड होताना त्याचे अग्निजन्य (इग्निजस) खडक बनतात. घरच्याघरीच ज्वालामुखीची छानशी प्रतिकृती बनवा.

साहित्य : उभ्या मानेची काचेची बाटली, बेकिंग सोडा, सिरका, द्रवरूप साबण, खाण्याचा लाल रंग, चमचा, परात, राख, माती, वाळू.

कृती :

- बाटली परातीत ठेवा. बाटलीचा खालील भाग जणू पृथ्वीचा अंतर्भाग आहे, तर वरची मान हा ज्वालामुखी जागृत होतो तेव्हा आतील अर्धद्रव (मॅग्मा) बाहेर यायचा मार्ग आहे. बाटलीचे तोंड हे ज्वालामुखीचे तोंड आहे. अशी कल्पना करा.



- बाटलीत तळाशी १ सें.मी. रुंदीचा बेकिंग सोड्याचा थर घाला. त्यावर द्रवरूप साबण आणि खायचा लाल रंग घाला. बाटलीच्या तोंडापर्यंत राख मातीचा ढीग उभा करून त्याला डोंगराचा आकार द्या.
- या बाटलीच्या तोंडातून सिरका आत टाकला, की रासायनिक क्रिया सुरू होते आणि बेकिंग सोड्याशी झालेल्या रासायनिक क्रियेमुळे कर्बवायू मुक्त होतो. कर्बवायूचा दाब वाढला, की तो तोंडातून बाहेर येतो आणि सोबत द्रवरूप साबणही लाव्हासारखा वर येतो. बाजूच्या डोंगराच्या उतारावरून घसरतो. प्रत्यक्षात लाव्हा उतरतानाच थंड होत होत घट्ट होतो, म्हणूनच ज्वालामुखी असलेले डोंगर शंकूसारखे सपाट उतरत्या बाजूचे असतात.

ज्वालामुखी हा एक प्रकारच्या सुरक्षित झडपेचे कार्य करतो. पृथ्वीवर आज पाचशेहून अधिक ज्वालामुखी आहेत. जेव्हा ज्वालामुखी जागृत होतो तेव्हा त्याच्या मुखातून पृथ्वीच्या पोटातील उच्च तापमानाचा अर्धद्रव, सोबत वायू, घन खडकांचे तुकडे घेऊन बाहेर उसळतो. हे ज्वालामुखी ज्या पर्वतरांगामध्ये आहेत, त्या ठिकाणी पृथ्वीचे कवच कमकुवत आहे. आतील बाजूला उंचसखल असलेल्या या कवचाच्या भेगांमध्ये हा अर्धद्रव (मॅग्मा) सतत उकळत असतो. त्यामध्ये घन, द्रव, वायुरूप पदार्थांचे मिश्रण असते. त्यातील वायू प्रसरण पावतात आणि दाब वाढत जातो. कमकुवत जागी वरचे कवच भेदून त्यातून हा अर्धद्रव लाव्हासारख्या रूपात बाहेर येतो. दाब पूर्ववत होईपर्यंत हा द्रव बाहेर येत रहातो. त्यांचा वेग ताशी ८० ते २१५ कि.मी. असू शकतो. हा वेग लाव्हासातील रासायनिक घटकांवर अवलंबून असतो. लाव्हा थंड होतो तेव्हा त्याचे खडक बनतात.

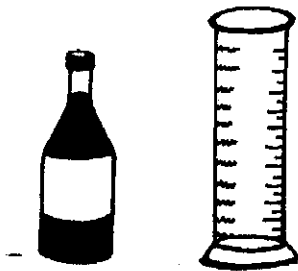
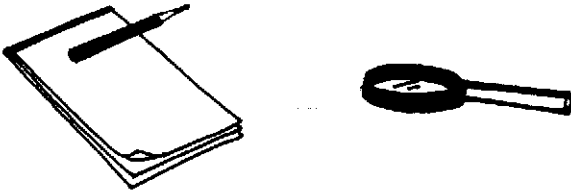
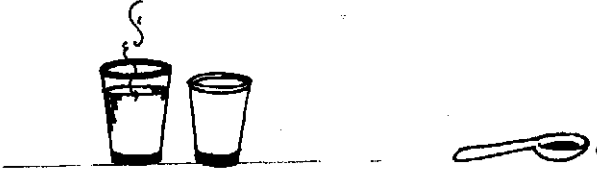
लाव्हा थंड होताना चटकन झाला तर त्यापासून काळसर काचेसारखे खडक बनतात. त्यांमध्ये हवा आणि विविध वायू तसेच सातून राहतात. कधीकधी त्यांत इतकी हवा राहते की हे खडक पाण्यावर तरंगू शकतात. 'प्युमिस' दगड या प्रकारचा असतो. सावकाश थंड झालेल्या लाव्हासातून हवा बाहेर पडते आणि घट्ट, घन, जड काळा खडक बनतो. दख्खनचे पठार अशा खडकांनी बनले आहे. काही वेळा पृथ्वीच्या पृष्ठभागापर्यंत न येता कवचाखाली जिथे जागा मिळेल तिथे लाव्हा पसरतो. थंड होताना याचे स्फटिक गच्च, वायुविरहित असतात. त्यांमध्ये अन्नक, क्वार्ट्झसारखी खनिजे अडकतात आणि या खडकांना छान दिसणारे ठिपके तयार होतात. हे ग्रॅनाईटचे खडक वरच्या कवचाची धूप झाली की उघडे पडतात. कापून गुळगुळीत केल्यावर हे ठिपके चमकतात. यांतील फेलस्पारमुळे ग्रॅनाईटवरील ठिपके फार सुंदर दिसतात.

स्फटिकांची बाग बनवणार?



खडक खनिजांच्या मिश्रणाने बनतात. खनिज द्रव्ये ही नेहमी स्फटिकाच्या स्वरूपात आढळतात. प्रत्येक स्फटिकाचा विशिष्ट आकार असतो. स्फटिकाचे लहान लहान तुकडे करत गेले, तरी सर्वात लहान तुकडाही त्याच आकाराचा असतो. या कृतीत साखर आणि मीठ या पदार्थांचे स्फटिक बनवू या.

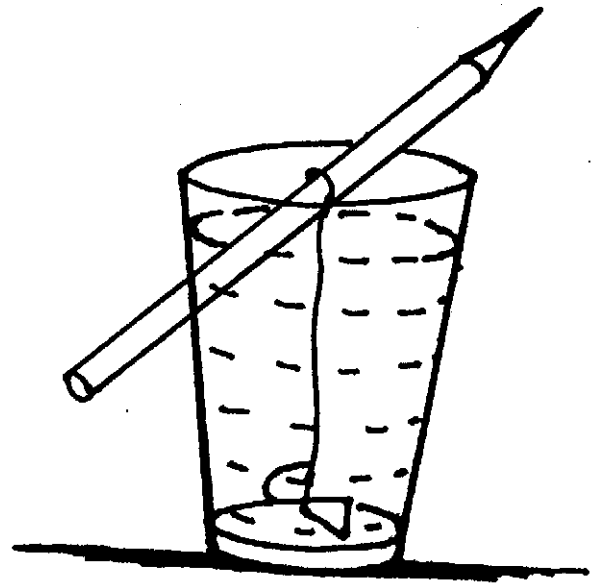
साहित्य : उकळते पाणी, साखर, मीठ, खाण्याचा रंग, सिरका, कोळशाची पूड, पेले, काचेची चंचुपात्रे, चमचे, मोजपात्र, बारीक धागा, काड्या, कागद, सूक्ष्मदर्शक भिंग, कोळसा वा लाकडाचा भुसा.



कृती :

१. पेल्यामध्ये १/३ उकळते पाणी घाला आणि त्यात चमच्याने साखर टाकत ढवळत राहा. (जर साखर कुटून घेतली तर लवकर विरघळेल.) थोड्या पाण्यात बरोच साखर विरघळते. (पाण्याच्या प्रमाणाच्या दुप्पट) साखर अधिक विरघळेनाशी झाली की दाट पाकासारखा त्याचा संपृक्त द्राव तयार होईल. त्यात साखरेचे कण तरंगताना दिसतील. पेन्सिलीला मध्यभागी धागा बांधा आणि धाग्याच्या दुसऱ्या टोकाला बारीक तार बांधा. धागा आणि तारेला साखरेच्या पुडीमध्ये घोळवून घ्या. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे तयार केलेल्या संपृक्त द्रावात बुडवा. पेल्यावर एखादा कागद झाका म्हणजे धूळ पडणार नाही. हा पेला न हलवता एका जागी स्थिर ठेवा. काही दिवसांनी धाग्याभोवती, तारेभोवती साखरेचे स्फटिक बनलेले आढळतील. पाकाचे बाष्पीभवन जितके सावकाश होईल तितके मोठे स्फटिक मिळतील. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून या स्फटिकांचे निरीक्षण करा, आणि साखरेच्या द्राव्याच्या आकाराशी त्यांची तुलना करा. जिभेवर ठेवून चव घेऊन पाहा.

२. साखरेप्रमाणे मिठाचे स्फटिक बनवा. मीठ पाण्यात साखरेपेक्षा कमी प्रमाणात विरघळते. एक भाग पाण्यात एक भागापेक्षा कमी मीठ विरघळते आणि द्राव संपृक्त होतो. मिठाच्या आणि साखरेच्या स्फटिकांची तुलना करा.

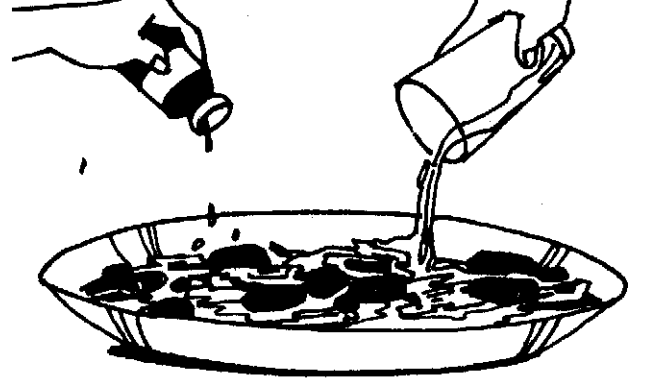


३. स्फटिकांची बाग कशी बनवाल? यासाठी कोळशाचे आणि लाकडाचे लहानमोठे तुकडे एका रुंद काचेच्या भांड्यात पसरा. एका पेल्यात पाव लिटर उकळते पाणी घेऊन त्यात मीठ टाका, ढवळत राहून त्याचा संपृक्त द्राव बनवा. त्यामध्ये दोन चमचे सिरका मिसळा. हा द्राव काचेच्या भांड्यात सावकाश ओता. कोळशाचे तुकडे त्या द्रावातून बाहेर दिसायला हवेत. खायच्या रंगाचे थेंब त्यावर वेगवेगळ्या जागी शिंपडा. त्या ठिकाणच्या द्रावाला तो रंग येईल. हे भांडे न हलवता एका जागी स्थिर, वरती कागद झाकून ठेवा. काही आठवड्यांत रंगीबेरंगी स्फटिकांची बाग भांड्यात तयार होईल. मधेमधे कोळसा दिसेल. फारसे हलवू नका. स्पर्शही करू नका. कारण तयार झालेले स्फटिक चटकन मोडतात.

(या स्फटिकांची साखरेप्रमाणे चव मात्र घेऊ नका.)

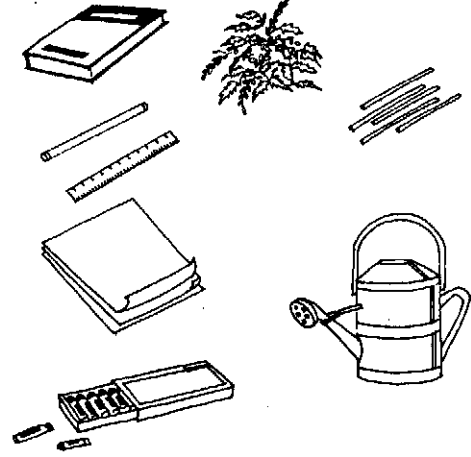
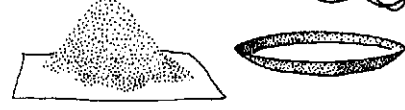
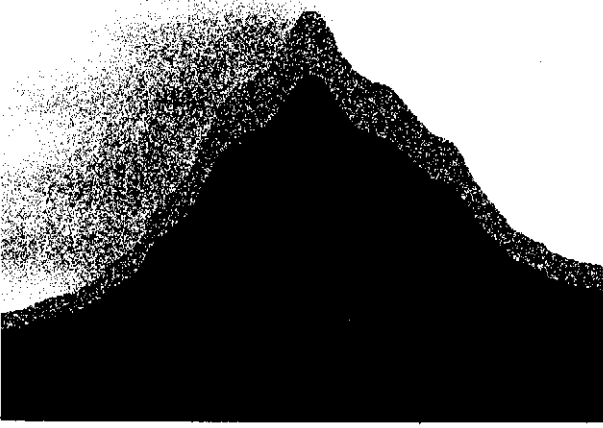
केळी किंवा लिंबे यांसारखे पदार्थ भांड्यात ठेवले, तर त्या भांड्यामध्ये बरीच रिकामी जागा शिल्लक राहते. पदार्थ एकमेकांत गच्च बसणे त्यांच्या आकारामुळे शक्य होत नाही. पण चौकोनी ठोकळे, पुस्तके एकमेकांवर रचत गेले तर

आकारामुळे त्यांचा एकसंध गड्डा बनवता येतो. अणू हे असे एकमेकांत गच्च रचलेले असतात. त्यांचा एकसंध स्फटिक असतो. मिठाचा स्फटिक समान लांबी, रुंदी, उंची असलेला, घनाकृती असतो. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून तसे दिसू शकते. क्वार्ट्झ लांबट असतात, तर साखरेचे स्फटिक आयताकृती असतात. हिरे, पाचू, माणिक या पदार्थांचे स्फटिक इतक्या सुंदर आकाराचे असतात, की ते रत्ने म्हणून वापरले जातात.



निसर्गात शोकाडो आकारांचे स्फटिक आढळले आहेत. बहुसंख्य खनिजे ही पृथ्वीवर स्फटिकरूपात सापडतात. अब्जावधी वर्षांपूर्वी पृथ्वी जेव्हा थंड होत गेली तेव्हा सर्व पदार्थ वायुरूपातून द्रवरूपात व मग घनरूपात बदलले. ही क्रिया होताना खनिजे स्फटिकाच्या बांधीव आकारात घनीभूत झाली. हीच पद्धत वापरून साखरेचे व मिठाचे स्फटिक बनवले जातात. गरम पाणी संपृक्त अवस्थेत असताना त्यात मीठ, साखर अधिक प्रमाणात विरघळलेली असते. पाणी थंड होताना हे अतिरिक्त रेणू एकत्र येतात आणि त्याचे स्फटिक बनतात. बाष्पीभवन होऊन पाण्याचे अणू कमी झाले की विरघळलेल्या मिठाचे वा साखरेचेही स्फटिक बनतात. ही क्रिया होताना स्फटिकासाठी बीज पुरवले तर त्याभोवती विटेंसारखे स्फटिक रचले जातात आणि त्यांचा आकार मोठा होत जातो. वरील प्रयोगात धाग्यावर वा तारेवर असलेले कण हे बीज पुरवतात. स्फटिकाची बाग बनवताना लाकूड वा कोळशाचे भरड तुकडे बीज पुरवतात. पाण्याचे अणू सच्छिद्र कोळशात, लाकडात शिरतात आणि बाष्पीभवन लवकर होते. विरघळलेले मीठ जवळच्या घन पदार्थांला बीज म्हणून पकडते आणि त्याभोवती स्फटिकरूपात साचत राहते. अशा तऱ्हेने मिठाच्या रंगीत स्फटिकांची बाग बनते.

पर्वतावर सोडा पर्जन्यास्त्र

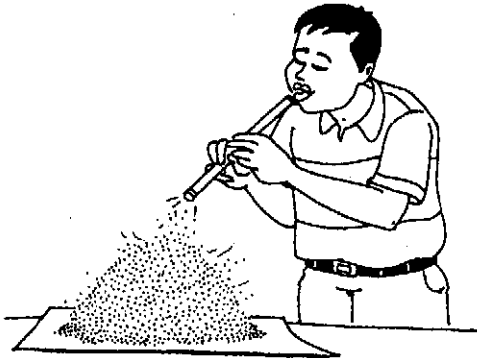


पाऊस, वारा यांमुळे लाखो वर्षांपासून खडकांची झीज होत आली आहे. यामुळे पर्वतरांगांची उंची बदलते. धूप झालेले मातीचे कण एकावर एक गच्च बसून 'थराचे खडक' बनतात. पाणी वापरून पर्वत कसे झिजतात हे आपण या प्रयोगातून पाहू या.

साहित्य : वाळू, परात, पुस्तक, पाणी, सुकलेला पाला, फुंकणी, पट्टी, रंगीत खडू, कागद, बांबूच्या कामट्या, झारी, कागद.

कृती :

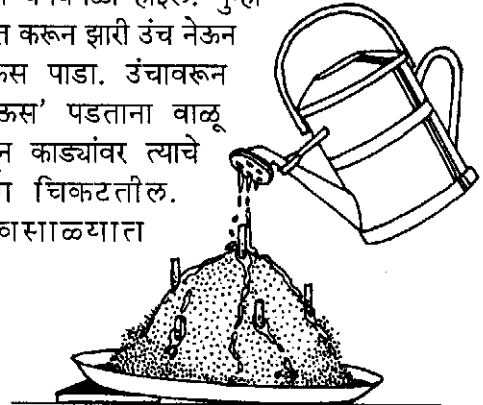
- कागदावर सुक्या वाळूचा ढीग करा. हाताने दाबून घट्ट करा. फुंकणी तोंडात धरून जोराने या ढिगाजवळ फुंका. वाऱ्याने वाळूचे कण चारी बाजूला उडतील. वाऱ्याने डोंगर कसे झिजतात हे यावरून कळते.



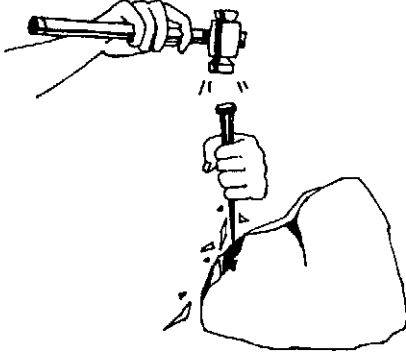
- एक सें.मी. रुंद बांबूच्या काड्या घेऊन त्या दहा, आठ, सहा सें.मी. अशा कमी होत जाणाऱ्या उंचीच्या ठेवून कापा. रंगीत खडू किंवा पेन्सिली वापरून एका उंचीच्या पट्ट्या एका रंगाने रंगवा.

- वाळूत थोडे पाणी घालून ती ओलसर करा आणि परातीत तिचा डोंगर रचा. परातीखाली पुस्तक ठेवून ती कलती ठेवा. या पर्वतावर वेगवेगळ्या उंचीवर रंगीत काड्या खुपसून ठेवा. काड्यांचा वरचा थोडासा भाग दिसावा.

- झारीत पाणी घेऊन या पर्वतावर शिंपडा. पाणी पर्वतावरून वाहत जाताना सोबत वाळू घेऊन जाईल. परातीच्या तळाच्या टोकाला पाण्याबरोबर वाळू जाईल आणि तिथे वाळूचा थर बसेल. पर्वत जिथे जसा झिजेल, तिथे पाण्याचे ओहोळ, तळी निर्माण होतील. काही ठिकाणी घळी तर काही ठिकाणी वाळूचा भाग तुटेल व उभी कडा, कपारी निर्माण होईल. झारी जवळ धरून पाऊस पाडला आणि ती उंचावर धरून पाऊस पाडला तर प्रत्येक वेळी झीज वेगवेगळी होईल. पुन्हा पर्वत करून झारी उंच नेऊन पाऊस पाडा. उंचावरून 'पाऊस' पडताना वाळू उडून काड्यांवर त्याचे कण चिकटतील. पावसाळ्यात

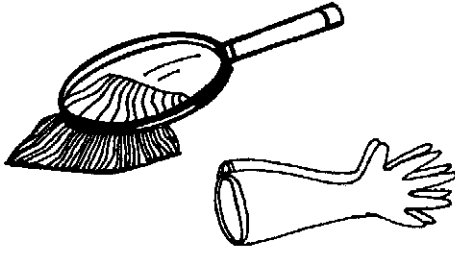


शोधा खडकांमधले वैविध्य



गावाबाहेर माळरानावर, जंगलात, नदीकाठी तुम्ही जाल तिथून वेगवेगळ्या प्रकारचे दगड शोधून आणा.

साहित्य : हातोडा, छित्री, टोकदार सळी, काळा चष्मा, हातमोजे, सूक्ष्मदर्शक भिंग, चाकू, जाड पिशवी, वही, पेन्सिल, कागद, चिकटपट्टी.



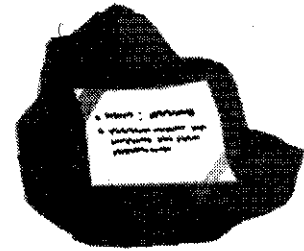
कृती :

१. एखादा भूभाग निवडा. तेथील नकाशा असल्यास उत्तम. अनेक जण मिळून दगड शोधायच्या मोहिमेवर निघा.
२. एकाच प्रकारचे अनेक दगड फक्त आकार वेगळा म्हणून वेचू नका. दगडातील वेगळेपण दृष्टीला सहज ओळखता येते. जितक्या नमुन्यांचे दगड मिळतील तितके वेचा.
३. दगडाचा वा मोठ्या खडकाचा पृष्ठभाग अनेक वेळा ऊन, वारा, पाऊस यांमुळे रंग बदलतो. मूळ स्वरूप पाहायचे असेल तर तुकडा निघालेला खडकातील नमुना घ्या. छित्री, हातोडा वापरून त्या खडकाचा मोठा तुकडा पाडा. तुकड्याबरोबर नेहमी दगडाच्या कपच्या निसटतात त्याही घ्या. एका कागदात वा प्लॅस्टिक पिशवीत ठेवून सर्व दगड जाड कापडी पिशवीत ठेवा.
४. जमिनीवर पडलेले मुठीएवढे दगड शोधले तर सोपे जाते. एका भागातले असे दगड वरून सारखे दिसतात.

फोडून त्यांचा आतील भाग पाहा. वेगळा असेल तर नमुना म्हणून उचला.

५. नमुना तुकडा तळहाताएवढा तरी हवा. मात्र तुकडा फोडताना काळा चष्मा जरूर घाला. बारीक तुकडे वेगाने उडतात आणि डोळ्यांना इजा होऊ शकते. प्रथम हातोडा छित्रीने भेग पाडा आणि मग टोकदार सळीने तुकडा पाडणे सोपे जाते. तुकडा थोडा मोठा पाडा म्हणजे त्यांचा अंतर्भाग नीट दिसावा असा. नंतर छेद घेता येतो.
६. सोबतच्या कपच्यामुळे दगडाचे अंतरंग कळू शकते. दगडाचा घट्टपणा, रासायनिक गुण, इतर परीक्षा घेण्यासाठी या कपच्या वापरा.
७. दगड उचलल्यावर त्यावर कागदाची पट्टी चिकटवा. तो कोठे मिळाला, सभोवती काय होते याची नोंद करा.

समुद्रकिनार्यावर लाटांनी झिजलेले गुळगुळीत दगड मिळतात. डोंगराळ, खडकाळ भागात अनेक नमुने मिळतात. ज्या ठिकाणी जमीन पावसाने खचून दगड उघडे पडले आहेत तिथे नमुने मिळू शकतात. सुकलेल्या ओढ्याच्या तळाशी, खाणकाम चालू आहे, इमारतीसाठी पाया खणत आहेत अशा जागी नमुने मिळणे सुलभ असते. मोठा दगड सळीने उलटताना जपून कृती करा. दगडाखाली विंचू, साप आणि वेगवेगळ्या जातीचे किडे असण्याची शक्यता असते.



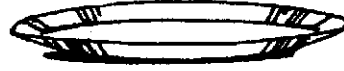
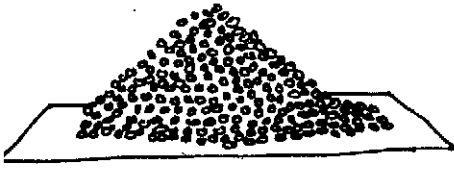
दगडाचा एक विशिष्ट स्फटिकाकृती आकार असतो. तशा आकारात दगड मिळणे कठीण असते. बहुतेक दगड वेडेवाकडे तुटलेल्या स्फटिक आकारात असतात. सूक्ष्मदर्शक भिंग वापरून चिरा तपासा. एखादा लहानसा स्फटिकाकृती दगड त्यामध्ये मिळू शकतो. रेल्वेरळाच्या भोवती दगडाच्या राशी असतात, त्यामध्येही काही नमुने मिळतात.

परातीतच जीवाश्म बनवा!



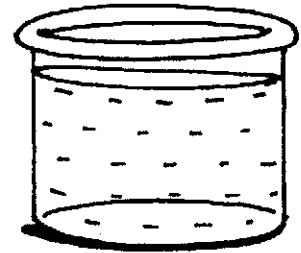
थरांचे खडक बनताना त्यांत पुरले गेलेले प्राणी, पशुपक्षी, झाडे, पाने यांचे सांगाडे वा त्यांचे ठसे यांना 'जीवाश्म' (फॉसिल) असे म्हणतात. त्यावरून कोट्यवधी वर्षांपूर्वीच्या सजीव सृष्टीचा अभ्यास करतात. असा खोटा 'जीवाश्म' स्वतःच करून पाहा.

साहित्य : चिखल, चिकणमाती अथवा पांढरी चिनीमाती (फ्लॅस्टर ऑफ पॅरिस) वाळू, पाणी, पसरट भांडी, चमचे, जीवाश्म तयार करायच्या वस्तू (पाने, शिंपल्या, शंख, प्लॅस्टिकचे लहान प्राण्याचे सांगाडे), तेल, परात.

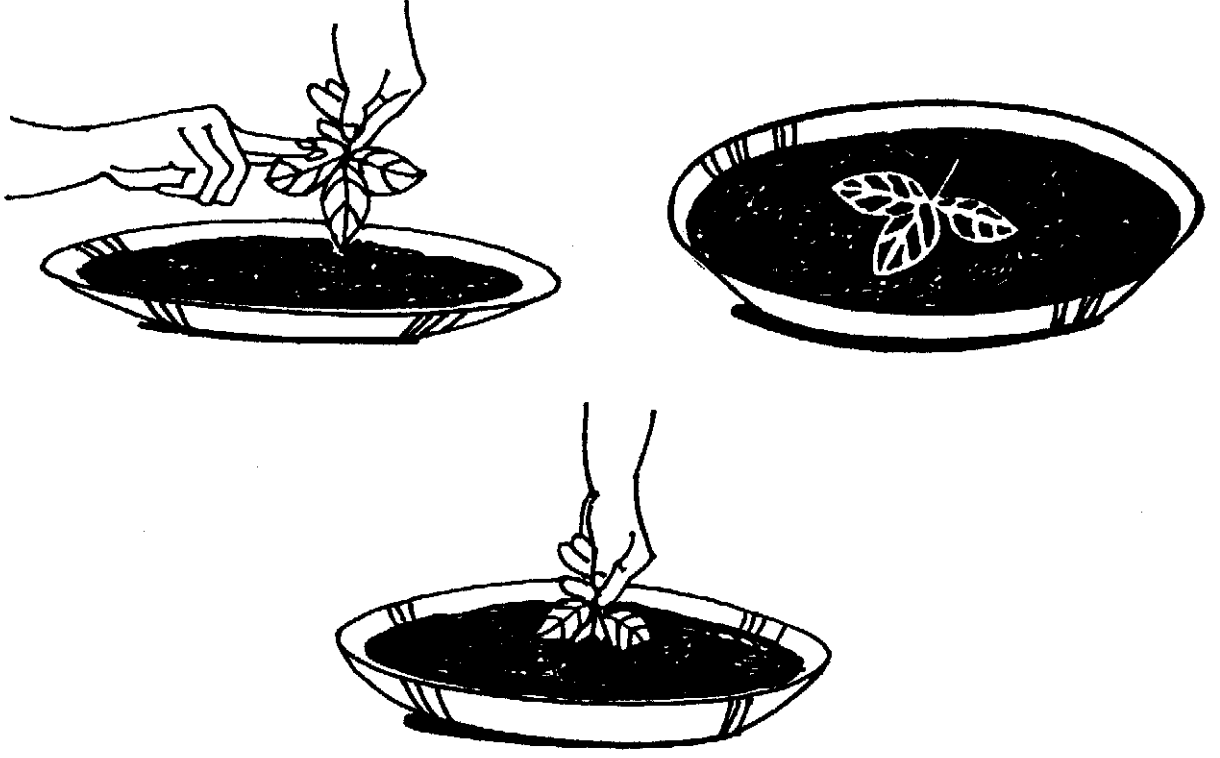


कृती :

१. सुकलेल्या अथवा सुकत असलेल्या तळ्यातील माती परातीत घ्या आणि ओली करा. ज्या वस्तूचा जीवाश्म बनवायचा आहे त्यावर बोटाने तेलाचा पातळ थर घ्या. ही वस्तू सावकाश परातीतील चिखलात बुडवा. उन्हामध्ये कोरड्या जागी ही परात ठेवा. चिखल पूर्ण सुकला की सावकाश खरवडून वस्तू बाहेर काढा. वस्तूचा ठसा खाली उमटलेला असेल. पान उभे, आडवे, दुमडलेले ठेवून जीवाश्म बनवता येतो. प्लॅस्टिकचे प्राणी वा सांगाडे ठेवूनही जीवाश्म बनवता येतील.



२. परातीत वा पसरट भांड्यात २ सें.मी. रुंदीचा वाळूचा थर घाला. तेलाने पुसून वस्तू त्यावर ठेवा. वाळू आणि पांढरी चिनीमाती सम प्रमाणात घेऊन जाड अर्धद्रव होईल इतके पाणी मिसळा. भांड्यातील वस्तूवर ४ सें.मी. जाडीचा थर होईल असे हे मिश्रण पसरा. पूर्ण वाळले की भांडे उलट करा. वाळू दूर केली की वस्तूचा ठसा खालच्या मिश्रणावर उमटलेला दिसेल.



सजीवांचे खडकात मिळणारे ठसे म्हणजे जीवाश्म. थरांच्या खडकातच ते मिळतात. त्यांचे तीन प्रकार आहेत. सजीवांचे प्रत्यक्ष अवशेष, सजीवावर क्षारांचा, खनिजांचा थर बसून दगडासारखा घट्ट झालेला (अश्मीभूत) त्याचा मृतदेह, आणि त्याचे शरीर, सांगाडा इ.चे ठसे. प्रत्यक्ष सजीव मृतावस्थेत सापडणे फारच दुर्मीळ असते. बर्फाच्या थराखाली असे अवशेष सापडतात. सजीवांचे जीवाणूंमुळे मातीमध्ये झपाट्याने विघटन होते. फक्त कवट्या, हाडे, दात, कीटकांचे कवच अशा मोजक्याच वस्तू राहतात. जितक्या लवकर मृत सजीवावर संरक्षक असा थर बसतो, तितके त्याचे जतन होते. समुद्रातील प्राणी मेल्यावर तळाशी जाऊन चिखलात रुततात आणि त्यांचे जतन होते. अश्मीभूत झालेल्या सजीवाच्या शरीरात मऊ जागी क्षार व खनिजे असतात. त्यामुळे ती दगडासारखी घट्ट होतात. सजीव जिवंत अथवा मृत लाव्हारसात अडकला तर त्याचा ठसा उमटतो आणि द्रव घट्ट झाला की ठसा कायम राहतो. मात्र ही दुर्मीळ अशी घटना आहे. या ठशामध्ये क्षार व खनिजे जातात आणि जीवाश्म बनतो. जीवाश्म बनण्यासाठी हजारो वर्षांचा अवधी जावा लागतो.

जीवाश्म हे सजीवांच्या इतिहासाच्या महत्वाच्या खुणा आहेत. खडकामधील ज्या थरात जीवाश्म आहेत त्यावरून सजीवांचा काळ निश्चित करता येतो. तेच प्राणी जीवाश्म रूपात वेगवेगळ्या जागी सापडले तर त्या खडकांचा काळही एक आहे, असे खात्रीने सांगता येते. पृथ्वीचे कवच कसे आणि केव्हा बनले, सजीव केव्हा अस्तित्वात आले याबद्दलची अनुमाने जीवाश्मांच्या अभ्यासावरून काढता येतात. पृथ्वीवर झालेल्या अचानक बदलांचीही माहिती जीवाश्म देतात. उत्तर ध्रुवावरील बर्फाळ भागात झाडांचे जीवाश्म सापडले त्यावरून त्या काळात उत्तर ध्रुवावर झाडे जगू शकतील इतके तापमान होते, असा निष्कर्ष निघतो. हिमालयातील एव्हरेस्ट शिखरावर समुद्री प्राण्यांचे जीवाश्म मिळाले आहेत. त्यावरून तो भूभाग त्या काळी समुद्रतळाशी होता असे सिद्ध होते.

तसेच त्या प्राण्यांचे खडकातील जीवाश्म अभ्यासून काळही निश्चित करता येतो. अश्मीभूत झालेल्या सजीवापासून दगडी कोळसा, खनिज तेले, चुनखडी इत्यादी पदार्थ बनतात.

अब्जावधी वर्षांचा इतिहासफक्त काही मीटर अंतरात

पृथ्वीच्या जन्मापासून आजवरचा इतिहास भूगर्भशास्त्राची मदत घेऊन संशोधकांनी शोधला आहे. खडकातील थर, जीवाश्म, किरणोत्सर्ग इ. तंत्रे यासाठी वापरली जातात. पृथ्वीच्या उत्पत्तीपासून आजवरचा कालमार्ग तयार करा.

साहित्य : टेप, दोरी, पेन, फलक, रंग, पेन्सिली, चिकटपट्टी, कागद.

कृती :

- एका मोठ्या सभागृहात ४६ मीटर लांबीचा मार्ग आखा. पृथ्वीचे अंदाजे वय ४.६ अब्ज वर्षे आहे. (ज्या ठिकाणी विज्ञान प्रदर्शन भरवले आहे त्या सभागृहात फिरण्याचा मार्ग हाच फलक लावून कालमार्ग करता येतो.)
- सहा सें.मी. रुंदीची त्याच लांबीची कागदाची पट्टी घेऊन त्यावर मीटरच्या खुणा करून या मार्गावर चिकटपट्टी लावून चिकटवा. काल, अंतर आणि घटना लिहिलेले फलक या कालमार्गावर योग्य जागी ठेवा. उदा. पृथ्वीची उत्पत्ती सूर्यापासून झाली हे दर्शविणारा फलक या कालमार्गाच्या सुरुवातीच्या बिंदूपाशी असेल. कागदी पट्टीचा ४६ आकडा हाच तो बिंदू. बाकी फलक खालील जागी येतील.

३.९ अब्ज वर्षे म्हणजे ३९ मीटर खुणेवर 'आज सापडणारे सर्वांत पुरातन खडक' दाखवणारा फलक असेल.

३४ मीटरवर सजीवांची सुरुवात आहे. एकपेशीय सजीव वनस्पती.

५ मीटरवर (५० कोटी वर्षे) कठीण कवचाचे प्राणी जन्मले.

३.५ मीटर - कीटक जगताला सुरुवात झाली.

३ मीटर कोळसा बनायला लागला.

२ मीटर (२० कोटी वर्षे) डायनोसोरसारखे महाकाय प्राणी आले.

१.९ मीटर (१९ कोटी वर्षे) एकत्र असलेली जमीन हळूहळू दूर जात खंड बनायला सुरुवात झाली.

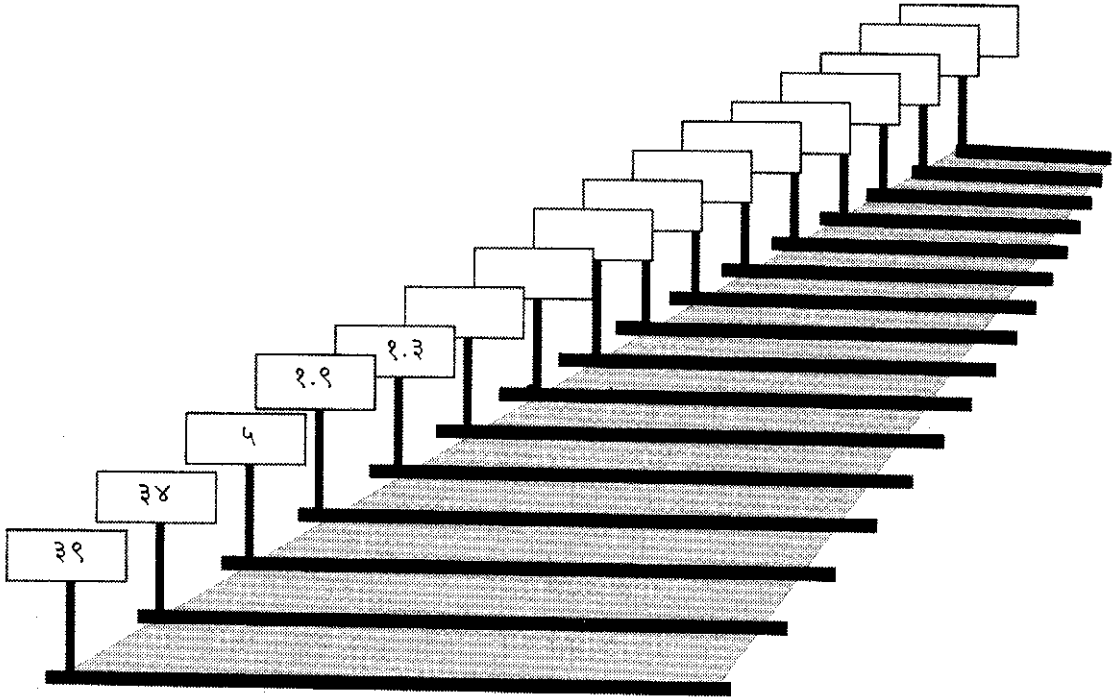
१.३ मीटर फुलझाडे निर्माण झाली.

यापुढे फलकांची गर्दी होणार आहे. तेव्हा वापरलेले प्रमाण बदलून नवे प्रमाण लावून १ मीटरचे दहा मीटर करा. एकूण मार्ग ५५ मीटरचा होईल. तशी सूचना लिहिलेला फलक ठेवा.

६.५ मीटर (साडेसहा कोटी वर्षे) डायनोसोर नामशेष झाले.

६.० मीटर (सहा कोटी वर्षे) पक्षी, आजची झाडे अस्तित्वात आली.

३.० सें.मी. (तीन लाख वर्षे) मानवप्राणी अस्तित्वात आला.





४.० मि.मी. (चाळीस हजार वर्षे) आधुनिक मानवजीवनाची सुरुवात.

यापुढील फलक एकाच ओळीत ठेवून त्यावर काल आणि घटना लिहा. आपण शेवटच्या बिंदूपाशी, कागदी पट्टीच्या शून्य या आकड्यापाशी आहोत.

६००० वर्षे - इतिहासलेखनाला सुरुवात इजिप्त देशाचा इतिहास प्रथम लिहिला गेला आहे.

२००० वर्षे - आधुनिक कालगणनेची सुरुवात.

१०० वर्षे - औद्योगिक क्रांती. पर्यावरणात प्रचंड बदल.

मूळ पट्टीवर याचे अंतर ०.०००१ सें.मी. इतके आहे.

३. या कालमार्गावर चालताना प्रत्येक फलकापाशी थांबून त्यावरचा मजकूर वाचा. चालता चालता पृथ्वीच्या उत्पत्तीपासून एकविसाव्या शतकात तुम्ही पोचलेले आहात.



खडकांच्या वयाचा अभ्यास करून भूगर्भशास्त्रज्ञांनी पृथ्वीचा इतिहास वर्तवला आहे. पृथ्वीचे वय ४६ अब्ज वर्षे आहे. हा प्रचंड मोठा काळ कल्पनेतही शक्य होत नाही. सर्व महत्त्वाच्या घटना गेल्या ४० कोटी वर्षांतच घडल्या आहेत. पृथ्वीचे वय १२ तास मानले तर ४० कोटी म्हणजे सुमारे १ तास होतो. ४०००० वर्षांपूर्वी आजचा मानव अस्तित्वात आला. १२ तासांच्या प्रमाणात हा काळ केवळ अर्धा सेकंद होतो. भूगर्भशास्त्रज्ञ हा संपूर्ण काळ पाच युगात विभागतात. १. सजीवपूर्व काल, २. प्राथमिक सजीवांचा काल, ३. अश्मयुग, ४. मध्य (धातु) युग, ५. आधुनिक युग.

(अझोईक, प्रीकॅम्ब्रीयन, पेलिओझोईक, मेसोझोईक, सेनोझोईक)

खडकाचे वय ठरवण्यासाठी किरणोत्सर्गाच्या मापनाचे तंत्र वापरले जाते. खडकामध्ये रेडियम, युरेनियम, थोरियम सारखी किरणोत्सारी (रेडियोअॅक्टिव) द्रव्ये असतात. त्यांच्यामध्ये किरणोत्सारांमुळे फरक पडतो तो कालाशी संबंधित असतो. हा फरक नोंदवून खडकाचे वय ठरवता येते. दोन थरांमधील किरणोत्सारी पदार्थांच्या प्रमाणात आढळणारा बदल नोंदवून दोन थर बनायला लागलेला 'वेळ' काढता येतो. एकदा प्रमाण निश्चित झाले की कालमापनही निश्चित होते. उदा. बरणी एका दिवशी १०० रंगीत गोट्याने भरली आहे. रोज त्यातील एक गोटी पांढरी होते. कोणत्याही दिवशी बरणीतील पांढऱ्या गोट्या मोजून बरणी भरलेला दिवस निश्चित करता येतो. किरणोत्सर्गाचे तंत्र साधारण असे आहे.



कचराकुंडी तंत्रही साधारण किरणोत्सर्ग तंत्राप्रमाणेच आहे. एका उंच फ्लॅस्टिक भांड्यात रोज कागदाचा कचरा टाका. काठीने वरून कचरा दाबत राहा. पंधरावीस दिवसांनी भांडे भरले की उलटे करा. दाबल्यामुळे कपट्यांचा स्तंभ उभा राहिल. तारीख नसलेला कपटा तारीख असलेल्या कपट्याजवळ सापडला तर तो कपटा त्या तारखेला भांड्यात टाकला आहे हे कळू शकते. त्याच्या वर वा खाली तारीख आधीची वा नंतरची आहे. खडकाच्या वयाबद्दल कोट्यवधी वर्षांचे माप लावून हेच म्हणता येईल.

भटकणारे भूखंड



खडकांची रचना आणि त्यात सापडलेली जीवाश्म यावरून शास्त्रज्ञांनी असा निष्कर्ष काढला आहे की पूर्वी पृथ्वीवरील सर्व भूभाग एकसंध, अखंड होता. मग हे भूखंड सरकत एकमेकांपासून दूर गेले आणि आजचे अमेरिका, आफ्रिका, युरोप, आशिया, ऑस्ट्रेलिया, आर्क्टिक, अंटार्क्टिका हे सप्तखंड निर्माण झाले.

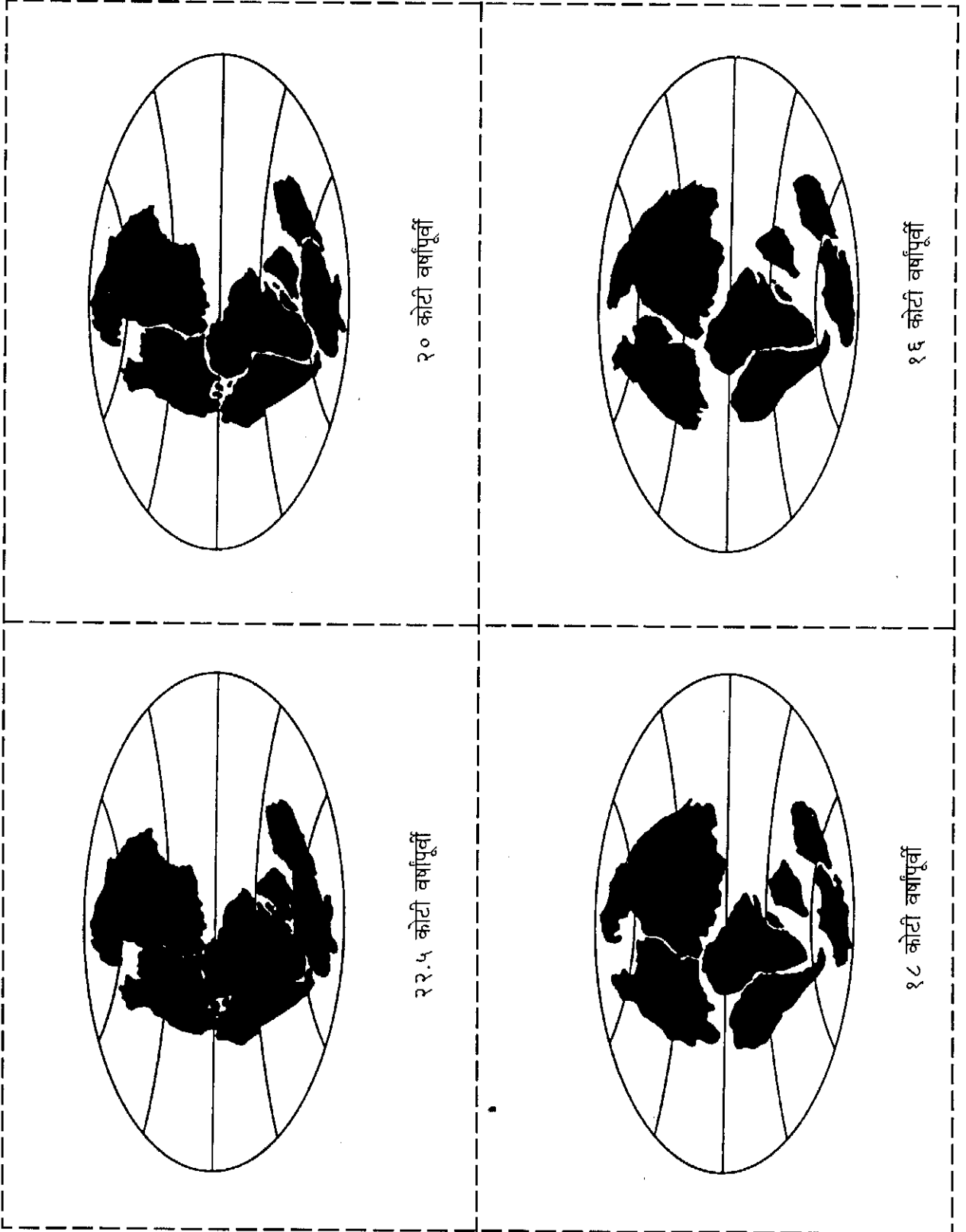
साहित्य : पुढील तीन पानांच्या प्रत्येकी तीन झेरॉक्स प्रती, कात्री, गोंद अथवा कागद एकत्र ठेवणारा स्टेपलर.

कृती :

१. एकूण नऊ कागद तयार होतील. प्रत्येक कागदाचे तुटक रेषेवरती कापून चार चौकोन कापा. एकूण ३६ तुकडे होतील.
२. कालाप्रमाणे पहिल्या चित्राच्या तीन, त्याखाली दुसऱ्या चित्राच्या, त्याखाली तिसऱ्या चित्राच्या... याप्रमाणे चवड रचा. गोंद लावून अथवा स्टेपलर वापरून एका कडेवर ही चित्रे चिकटवा. पहिली तीन चित्रे प्रथम आणि शेवटची तीन शेवटी येतील अशी एक ३६ पानी पुस्तिका तयार होईल.
३. तीन चित्रे सारखी घेण्याचा हेतू हा की ही पुस्तिका हातात धरून पत्यांप्रमाणे पटकन उलटली तर नजरेला चित्रे हलताना दिसतील. दृष्टिसातत्य वापरून भूखंडांचे भटकणे प्रत्यक्ष पाहता येईल.
४. पाने भराभरा उलटल्यावर अखंड असलेला भूखंड सरकत सप्तखंड निर्माण झाल्याचा भास होईल. थोड्या सरावाने तसे दिसते. मग एकेका भूखंडावर नजर केंद्रित करून पुस्तकाची पाने उलटवा. त्या-त्या भागाचा प्रवास दिसेल. उदा., दक्षिण ध्रुवावरील अंटार्क्टिका भागातून वर चढत चढत आजचा भारत विषुववृत्तावरती पोचलेला दिसेल.
५. कालमापन लिहिले नसलेल्या याच चित्रांचा एक संच तयार करा. सर्व चित्रे एकमेकांत मिसळा. तुम्हांला ती क्रमाने लावता येतात का? लावून झाल्यावर तुम्हीच उत्तर ताडून पाहा.

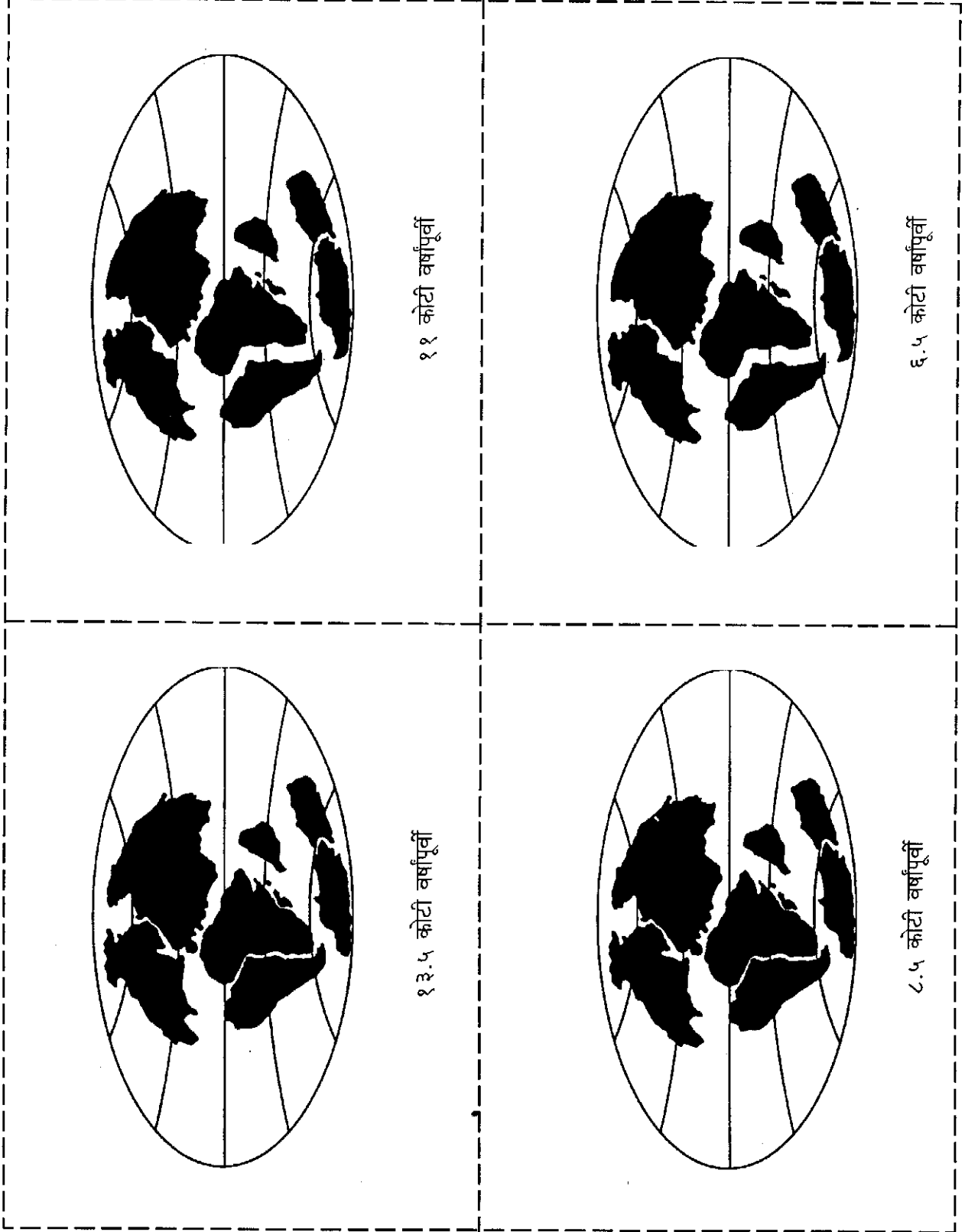
चित्रांचा क्रम १) २२.५ कोटी वर्षापूर्वी, २) २० कोटी वर्षापूर्वी, ३) १८ कोटी वर्षापूर्वी, ४) सोळा कोटी वर्षापूर्वी, ५) १३.५ कोटी वर्षापूर्वी, ६) ११ कोटी वर्षापूर्वी, ७) ८.५ कोटी वर्षापूर्वी, ८) ६.५ कोटी वर्षापूर्वी, ९) ५ कोटी वर्षापूर्वी, १०) ३.५ कोटी वर्षापूर्वी, ११) २ कोटी वर्षापूर्वी, १२) वर्तमानकाल.

‘पॅनजिया’चा अर्थ मोठी जमीन. ही जमीन प्रथम भेगा पडून विभागली गेली आणि मग हे विभाग एकमेकांपासून दूर सरकत गेले. सुमारे साडेबावीस कोटी वर्षांनी आजचे जगाचे स्वरूप निश्चित झाले. दूर जाण्याची ही क्रिया, हा सिद्धान्त १९६० साली मांडला गेला. पृथ्वीचे वरचे ७० कि.मी. जाडीचे कवच अखंड नसून सात प्रचंड तुकड्यांनी (प्लेट्स) बनलेले आहे. त्यांतील मोठ्या सहा तुकड्यांच्या सीमारेषा माहीत आहेत. त्याशिवाय मधे लहान तुकडे आहेत. ज्या ठिकाणी या प्रचंड मोठ्या आडव्या खडकांनी बनलेल्या पट्ट्या वर गेल्या त्या ठिकाणी भूभाग बनले. जिथे खाली गेल्या त्यावर पाणी साठून ते महासागर बनले. पृथ्वीच्या अंतर्भागात जो अर्धद्रव आहे त्यात हे तुकडे तराप्यासारखे तरंगत आहेत. २२.५ कोटी वर्षापूर्वी हे सर्व तुकडे जोडलेले होते आणि सध्या जिथे अटलांटिक महासागर आहे तिथे ‘पॅनजिया’ स्थित होती. आतील अर्धद्रवाचा थर २००० कि.मी. हून अधिक त्रिज्येचा आहे. त्यातील हालचालीमुळे हे तुकडे हलत राहिले आणि एकमेकांपासून दूर गेले. वर्षाला २.५ ते ५ सें.मी. इतकीच त्यांची हालचाल होते. एकमेकांपासून ते दूर गेले की फट पडते आणि त्यातून प्रचंड दाबाने लाव्हारस बाहेर येतो. ज्वालामुखीचे डोंगर एकमेकांना जोडले की जी वक्ररेषा बनते ती या भूभागांना स्वतंत्र करणारी रेषा आहे. सरकत सरकत हे तुकडे जवळ आले तर खालील अर्धद्रवावर दाब वाढतो आणि तो पूर्वस्थितीला येईपर्यंत कमकुवत जागी हे कवच ‘थरथरते’. त्याला आपण ‘भूकंप’ म्हणतो. एकमेकांवर पट्ट्यासारखे तुकडे चढले की पर्वत बनायची प्रक्रिया चालू होते. हिमालय पर्वत हा असा घडीने बनलेला पर्वत आहे. सुमारे अडीच कोटी वर्षापूर्वी हा पर्वत बनायला सुरुवात झाली.



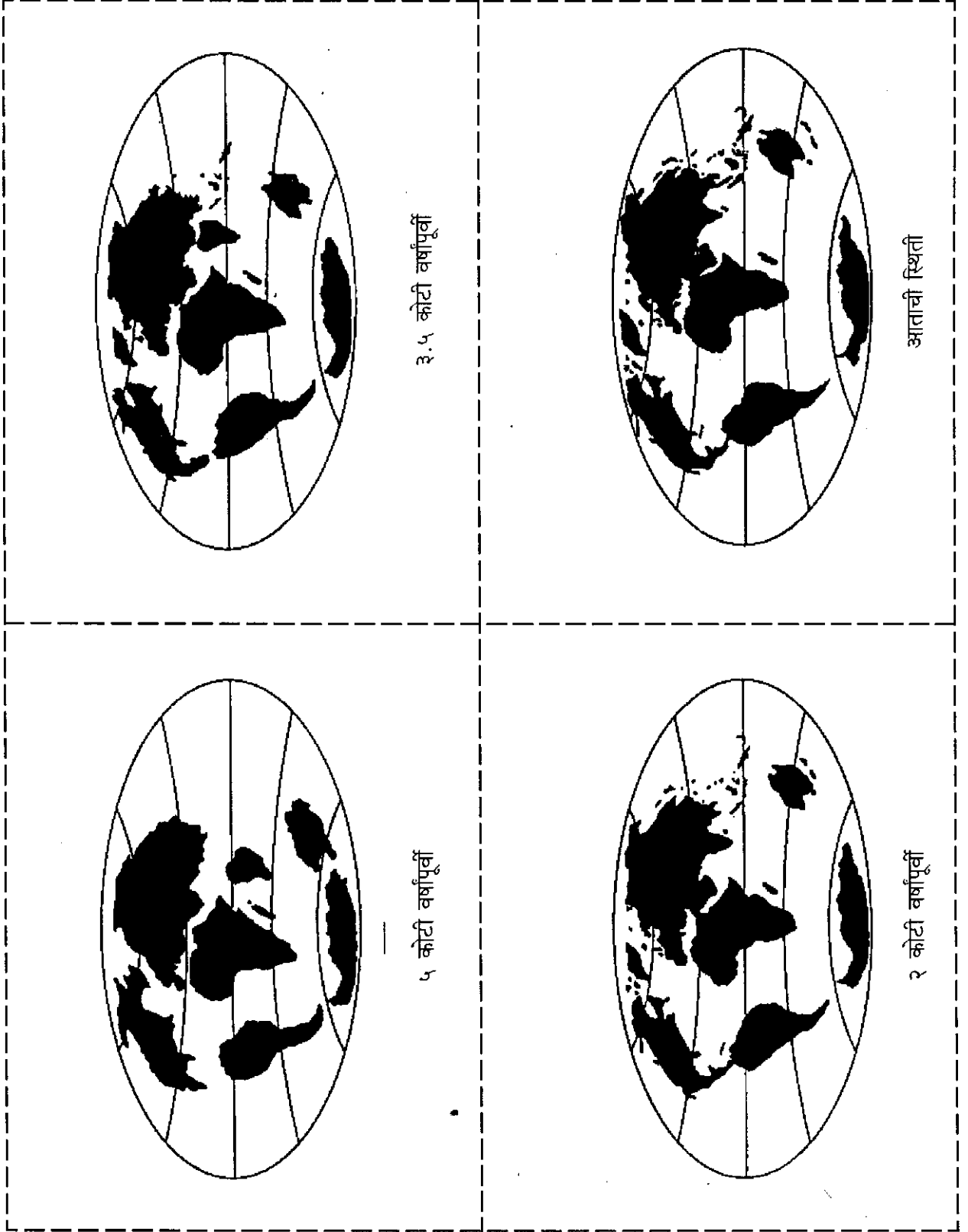
१८ कोटी वर्षापूर्वी कोलंबस युरोपमधून अमेरिकेत पोहत पोहोचू शकला असता आणि बावीस कोटी वर्षापूर्वी तर चालत गेला असता. ही कल्पना कशी वाटते?

जगाचा नकाशा लक्षपूर्वक पाहा. आफ्रिकेचा पश्चिम भाग आणि दक्षिण अमेरिकेचा पूर्व भाग एकमेकांत अगदी बरोबर बसतात. जणू एकाच भागाचे दोन तुकडे करून पुन्हा जोडता



येतील असा त्यांचा आकार आहे. पृथ्वीवरील सर्व भूभागाच्या कडा एकमेकांत एकसंध चित्राचे तुकडे असावेत अशा पद्धतीने जोडता येतात. १९०० सालाच्या सुमारास अल्फ्रेड वेगेनर

नावाच्या भूगर्भशास्त्रज्ञाने प्रथम हा सिद्धान्त मांडला. पृथ्वीवरील सर्व भूभाग एकसंध चित्राचे तुकडे आहेत. केव्हातरी ते एकत्र होते. या एकसंध भूभागाला त्याने 'पॅनजिया' असे नाव दिले.



या सिद्धान्ताला पुष्ठी देणारा पुरावाही त्याने सादर केला. उत्तर अमेरिका आणि उत्तर युरोप यामधील पुरातन खडकांचे थर एकसारखे आहेत. दक्षिण अमेरिकेत आणि आफ्रिकेत सापडणारे

जीवाश्म एकाच प्रकारचे असून कालानुक्रमे खडकाच्या सारख्याच थरात सापडतात.

शोध धरणीमातेचा



सजीवांचे जीवन पृथ्वीवरील पातळ कवचावर, जमिनीच्या थरावर अवलंबून आहे. या सजीवसृष्टीच्या मातेची, जमिनीच्या थरांची प्रतिकृती बनवा.

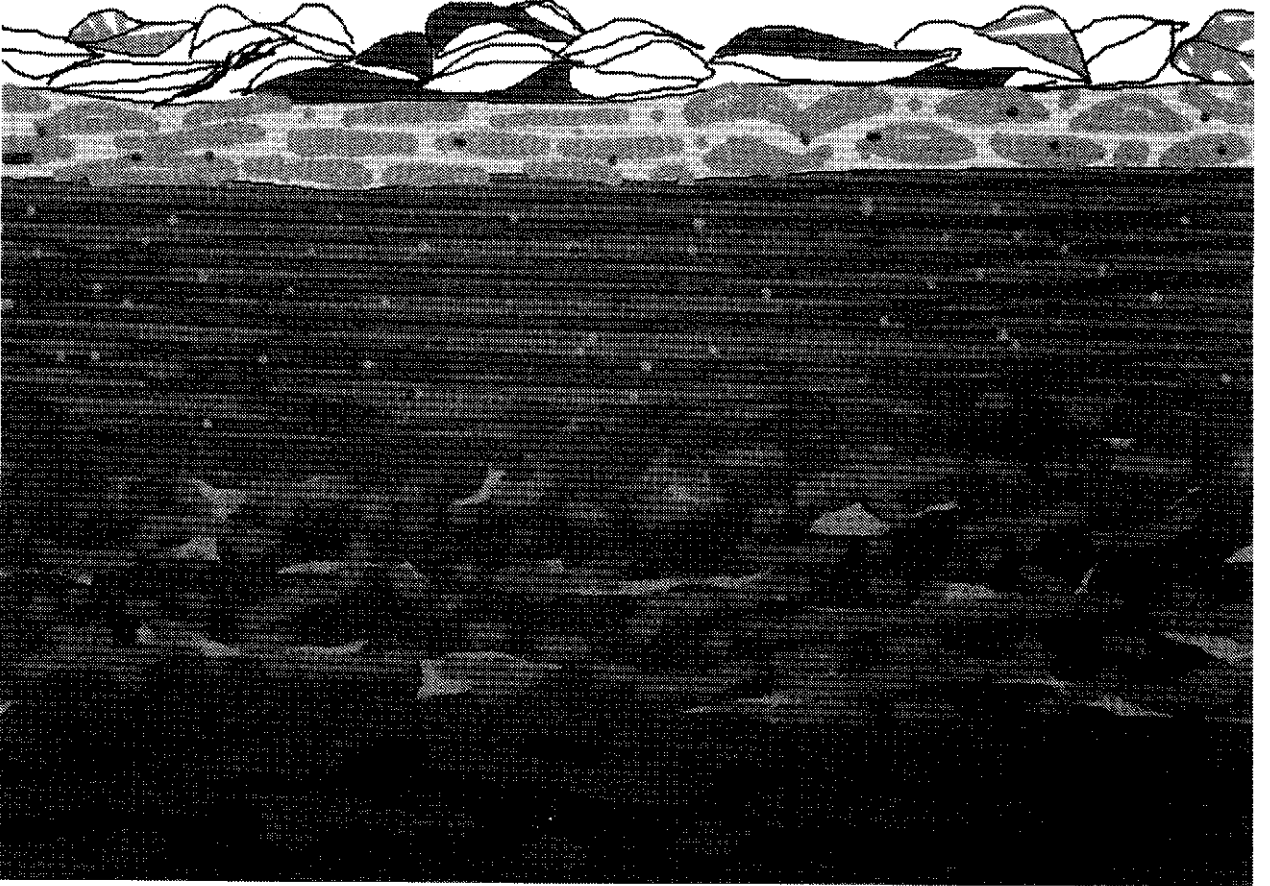
साहित्य : सूक्ष्मदर्शक भिंग, फावडे, पांढरा कागद, टेप, डिक, पेन्सिल, ब्रश.

कृती :

१. एखादी नैसर्गिक जागा शोधा. नदी, ओढा वगैरेचा किनारा, शेताचा बांध अशा जागी मीटरभर उंचीचा जमिनीचा उभा भाग सहज नजरेला पडेल. जरूर भासली तर खड्ड्याच्या बाजू फावड्याने खरवडून असा उभा भाग तयार करा.
२. आजूबाजूची जमीन थोडी उकरून पाहा. वरचा पालापाचोळा उलट केला तर तळातील पाने कुजत असलेली दिसतील. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून पांढऱ्या बारीक

रेषेसारखी बुरशी पानांच्या कडांवर दिसेल. डोळ्याने वा या भिंगाने न दिसणारे जीवाणू (बॅक्टेरिया) आणि बुरशीचे लहानमोठे अनेक प्रकार पानांचे, सजीवाच्या मृतदेहाचे विघटन करतात. त्यांतील सेंद्रिय भाग पुन्हा जमिनीत मिसळतो.

३. तयार उभी जमीन मिळाली नाही, तर अर्धा-पाऊण मीटर उंचीचा खड्डा खणा. एक बाजू सरळ उभी तर दुसरी उतरती ठेवा. म्हणजे थर स्पष्ट दिसतील आणि उतार भागावरील नमुना तपासता येईल.
४. सरळ बाजूचे निरीक्षण करा. जमिनीचे थर सहज ओळखू येतात. प्रत्येक थराचा रंग वेगळा असतो. प्रत्येक थराची माती हातात घेऊन पाहा. मातीचे कण वेगळ्या आकारमानाचे असतील.
५. प्रत्येक थराची उंची कमीजास्त आढळेल. थरातील माती घेऊन तिचा मुठीत गोळा करून पाहा. प्रत्येक थरातील मातीचा वास घ्या. चिमटीत घासून कणसरपणा



पाहा. थरामधील मातीत रंग, वास, ओलसरपणा, कणसरपणा वेगळा असतो.

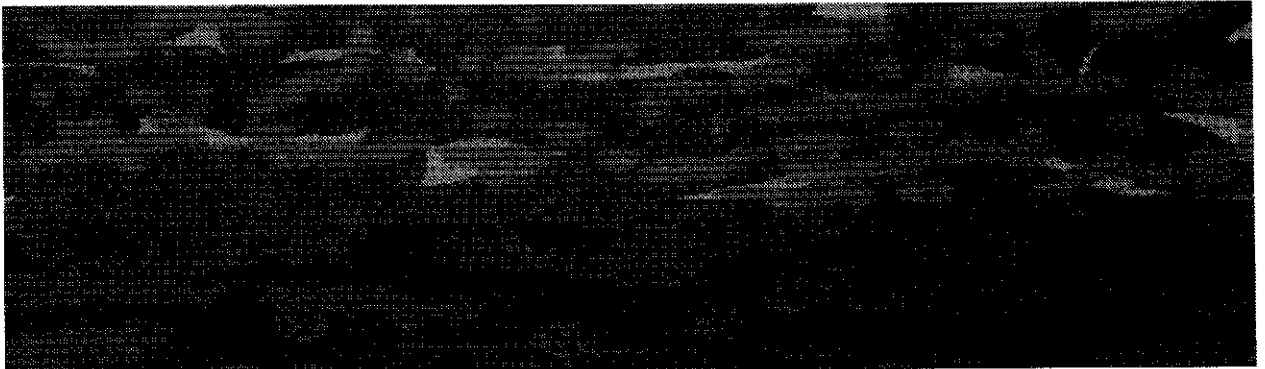
६. जमिनीच्या थरावरील उंचीच्या प्रमाणात प्रतिकृती बनवा. एक मीटर उंचीची माती तपासत असाल तर १/४ मीटर उंचीची पट्टी कागदावर आखून घ्या. वरचा पांढरट थर दहा सें.मी. जाडीचा असेल तर पट्टीवर तो २.५ सें.मी. चा होईल. अशा तऱ्हेने आडव्या रेषा प्रथम योग्य प्रमाणात आखून घ्या. या उभ्या रकान्याला ब्रशने डिंक लावा. त्या थरातील मूठभर माती घेऊन तेवढ्याच आडव्या पट्टीवर पसरा. असे सर्व थर कागदावर प्रथम पसरा. पूर्ण वाळल्यावर मग कागद उभा करा. जास्तीची माती ओघळून जाईल. थरांना आकडे देऊन मातीच्या प्रकाराबद्दल, गुणधर्माबद्दल लिहा. प्रतिकृती पूर्ण झाल्यावर खड्डा परत भरून ठेवा.
७. अशा प्रकारे शेतामधील, माळावरील, नदीकाठी, झाडांखाली, रानातील मातीत खड्डे खणून कागदावर थरांची प्रतिकृती बनवा. त्यांची तुलना करा.

ज्या जमिनीत हवा, पाणी आणि पोषक द्रव्ये योग्य प्रमाणात असतात अशा जागी झाडे सहज रुजतात. अशी जमीन सुपीक गणली जाते. खडकाची धूप होऊन माती, माती वाहून त्याचे थर, आणि दाब पडून या थराचे खडक असे हे कौट्यवधी वर्षांचे चक्र आहे. त्यातील माती ही एक अवस्था आहे. माती ही खडकाची पूड आहे. पण त्यामध्ये अनेक पदार्थ मिसळतात. लहान खडे, सेंद्रिय पदार्थांचे घटक, जीवाणू, बुरशी असे काही प्रमुख घटक त्यात असतात. खड्ड्यातील उभे थर या घटकांची माहिती देतात. वरचा अगदी पातळ थर काळसर असतो. त्यात पाने, कीटकांचे मृत अवशेष, कुजलेले भाग, जीवाणू इ. असते. त्याखालचा जमिनीचा थर सुपीक असतो.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील फक्त आठ टक्के जमीन सुपीक आहे. ही जमीन तयार होण्यासाठी लक्षावधी वर्षे लागलेली आहेत. जमिनीची झीज खडकापेक्षा अधिक वेगाने होते. शेतीतंत्राची सुरुवात होण्यापूर्वी दरवर्षी जमिनीच्या वरील थराची ८ अब्ज टन धूप होत होती आणि जवळजवळ तेवढीच जमीन खडकांची धूप होऊन तयार होत होती. १९८० मध्ये ही धूप २३ अब्ज टन होती. उघड्या जमिनीची धूप वेगाने होते. जमिनीवर झाडे असली तर धूप कमी होते. झाडांची मुळे माती धरून ठेवतात. पानांचा पसारा वारा, ऊन, पाऊस यांपासून जमिनीचे संरक्षण करतो. फार पूर्वीपासून शेत रिकामे ठेवण्याऐवजी त्यावर गवत लावून जमिनीची धूप होणे थांबवले जाते.

वरच्या थरातील घटक या थरात असतातच, पण इतर सेंद्रिय पदार्थ, वनस्पती अन्न मिळवू शकतील अशी मूलद्रव्ये, संयुगे, पाणी इ. या थरात असतात. जागेप्रमाणे हा थर काही सें.मी. पासून दीड मीटर रंदीपर्यंत असू शकतो. वनस्पतीची मुळे या भागात चांगलीच पसरलेली आढळतात.

त्यानंतर जरा फिव्या रंगाची उपजमीन (सब्सॉइल) असते. ती वरच्या थराइतकी सुपीक नसते. पाणी धरून ठेवायची क्षमताही वरच्या थरापेक्षा कमी असते. त्याखालच्या थरात दगडांचे तुकडे, खड्ड्यांचे प्रमाण वाढत जाते. त्या थराचा रंग तपकिरी, राखी असतो.

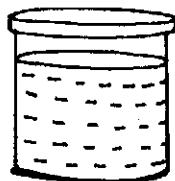
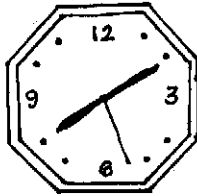
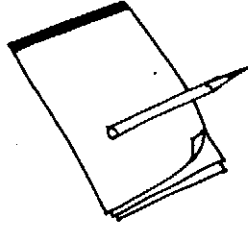
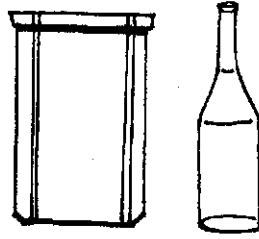
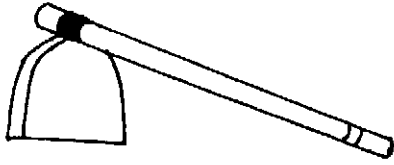


बहुरूपी माती



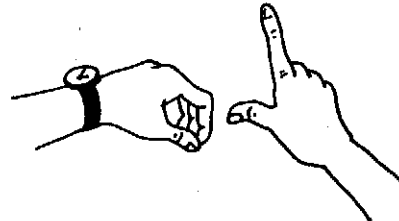
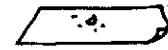
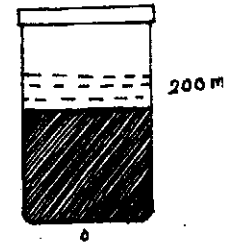
मातीचे अनेक प्रकार असतात. त्यांमधील घटक पदार्थ सर्वसाधारण सारखे असले तरी त्यांचे प्रमाण बदलले की, जमिनीची प्रत बदलते. मातीची परीक्षा करून त्यावर योग्य झाडे लावली की चांगली फळेफुले मिळतात. मातीचे नमुने गोळा करून वेगवेगळे प्रकार आपण या प्रयोगात अभ्यासणार आहोत.

साहित्य : खुरपे, फावडे, डबे, कागद, पाणी, हातोडा, मोजपात्र, घड्याळ, बाटल्या, पेन्सिल.



कृती :

- झाडाखालील, शेतातली, रानातली, तळ्याकाठची, रस्त्याच्या बाजूची, सुकलेल्या डबक्यातली, अंगणाच्या कोपऱ्यातली अशी चार-पाच मुठी भरून माती वेगवेगळ्या डब्यांमध्ये ओता. डब्यावर जागेचे नाव, वर्णन, ठळक वैशिष्ट्ये, तेथील झाडेझुडपे याबद्दल लिहिलेला कागद चिकटवा.
- घरी आल्यावर डब्यातील माती वर्तमानपत्राचा कागद पसरून त्यावर ओता आणि खालील निरीक्षणे नोंदा.
- मातीचा रंग, कणांचे आकारमान (लहान, मध्यम, मोठे), त्यातील खड्यांचे प्रमाण, त्यात असलेले कुजणारे सेंद्रिय पदार्थ (पाने, अळ्या, काटक्या, कीटक इ. यामुळे मातीचा सुपीकपणा वाढतो आणि रंग काळसर बनतो.) मातीचा वास घ्या. सेंद्रिय पदार्थांचे (ह्यूमस) प्रमाण जास्त असले तर विशिष्ट दुर्गंधी येते.
- मातीचा थोडा भाग चिमटीत धरून ओला करा. वाळूमिश्रित (मुस्माड) माती खरबरीत लागेल. चिकटगोळे झाले तर ती चिकणमाती असेल. मऊ, अजिबात खरखरीत न लागणारी (सुकलेल्या तळ्यातील) चिनीमातीसारखी असेल तर ती गाळाची माती होय. त्यामध्ये सेंद्रिय घटक जास्त असले तर काडी-कचरा सापडेल आणि वासही वेगळा येईल.

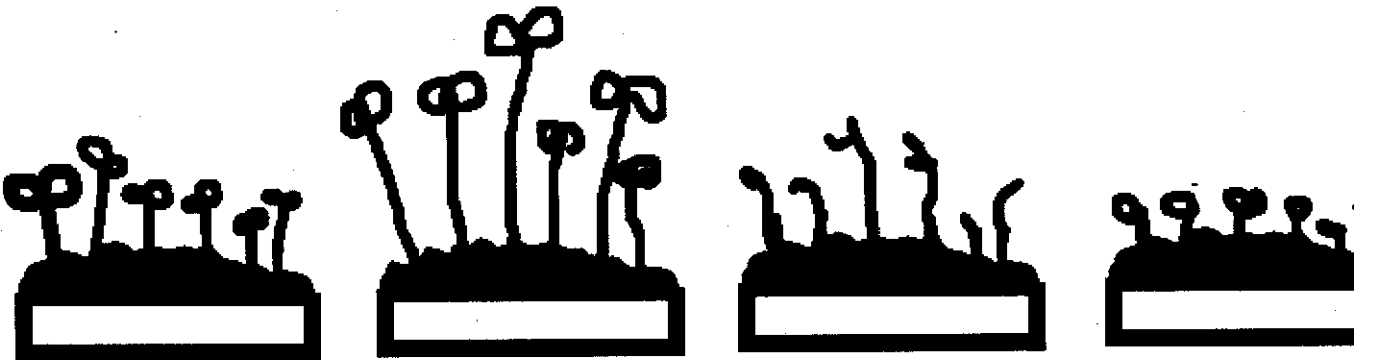


५. मातीमध्ये किती पाणी मुरते हे पाहणे महत्वाचे आहे. मातीत हवा, पाणी मावण्यावरून तिचा सुपीकपणा ठरतो. कृती - एका मध्यम आकाराच्या पत्र्याच्या डब्याला खाली भोके पाडा (खिळा व हातोडा वापरून अशी भोके पाडता येतात.). त्यामध्ये अर्धा डबा माती भरा. आणि मोजपात्राने २०० मि.लि. पाणी घाला. तळाखाली कागद घाला. घड्याळ बघा. पाणी कागदावर ठिबकले की वेळ मोजा. जास्त वेळ लागेल त्या मातीची पाणी मुरण्याची क्षमता जास्त आहे. डब्यात घालण्यापूर्वी माती तासभर कागदावर पसरून उन्हात ठेवा म्हणजे पूर्ण कोरडी होईल.

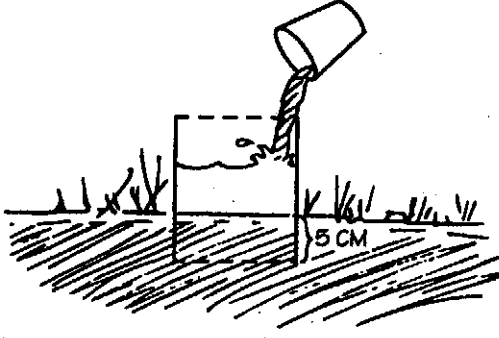
६. मातीच्या कणांच्या आकारानुसार तिच्यातील घटकांचे प्रमाण काढा. काचेच्या उभ्या भांड्यात ३/४ पाणी भरा आणि भांडे भरेल इतकी माती त्यामध्ये मोजपात्र वापरून टाका. मातीच्या प्रत्येक नमुन्यासाठी स्वतंत्र भांडे वापरा. चमच्याने भांड्यात ढवळा आणि दोन तास तसेच ठेवा. वाळूइतक्या आकाराचे कण पटकन खाली जातील आणि तळाशी त्यांचा थर बसेल. त्यावर आणखी लहान कणांचा आणि वरती सेंद्रिय पदार्थांचा (ह्यूमस) थर बसेल. कचरा, काडी वर तरंगेल. काही अत्यंत सूक्ष्म कण पाण्यामध्ये तरंगत राहून पाणी गढूळ राहील. प्रत्येक थराची जाडी बोटाने तपासा आणि प्रमाण ठरवा. त्याप्रमाणे मातीची प्रतवारी करा. उदा. सर्वात जाड थर ज्याचा बसेल तो मातीचा प्रकार आहे. ऐंशी टक्के चिकणमाती, दहा टक्के वाळू असेल तर चिकणमाती आहे असे समजावे. मातीच्या नमुन्यांची तुलना करा. ठरावीक प्रकारच्या मातीतच फुलझाडे चांगली वाढतात. गुलाबासाठी माती, वाळू, खत यांचे योग्य प्रमाण हवे. मातीचा प्रकार कळला तर वरती कोणती झाडे चांगली उगवतात याचा अंदाज करणे सोपे जाते.

दगडांचा चुरा, पूड आणि सेंद्रिय घटक यांच्या प्रमाणावर जमिनीची प्रतवारी ठरते. मातीच्या कणांच्या आकारावर वाळूमय (मोठे कण), मध्यम (मध्यम कण), बारीक (चिकणमाती) हे प्रमुख प्रकार आहेत. जास्त प्रमाण ज्या आकाराच्या कणांचे आहे ते नाव जमिनीला दिले जाते. कारण प्रत्येक जमिनीत हे तीनही घटक असतात. चिकणमाती जास्त असेल तर पाणी जास्त शोषले जाते, पण त्याचे कण इतके चिकट होतात की वनस्पतींची मुळे त्यात शिरू शकत नाहीत. वालुकामय जमिनीत पाणी चटकन जिरते तसेच त्यात हवाही जास्त मावते. पण या जमिनीत पोषक द्रव्ये जास्त नसतात. गाळाच्या जमिनीत (लोम) सेंद्रिय घटक, हवा, पाणी योग्य प्रमाणात असते. या सर्व प्रकारच्या मातीचे योग्य प्रमाण असले की जमीन पिकांसाठी योग्य समजली जाते. पाणी जास्त लागणारी पिके, तांदूळ, ऊस यांसाठी चिकणमाती चांगली. मातीच्या प्रकाराला योग्य अशी पिके घेतल्यास पिकांची टक्केवारी आणि प्रत नैसर्गिकरीत्या चांगली राहते. जमिनीत खते मिसळली किंवा कुजलेला पालापाचोळा मिसळला की जमिनीची गुणवत्ता सुधारते.

मातीमध्ये हवा, पाणी त्याचबरोबर बुरशी, जीवाणू, किडे, गांडुळे, अळ्या, मुंग्या, सेंद्रिय पदार्थ (कुजलेले), खडकांची धूप होऊन झालेली दगडाची पूड इत्यादी असतात. परिसर, त्यावरील पर्यावरण यावर वरील विविध घटकांचे प्रमाण अवलंबून असते. सेंद्रिय घटकांचे प्रमाण जास्त असले तर पाणी शोषले जाते, आणि हवाही खेळती राहते. कोणत्या प्रकारच्या झाडांची पाने विघटित झाली आहेत यावर मातीतील सेंद्रिय घटक अवलंबून असतात.

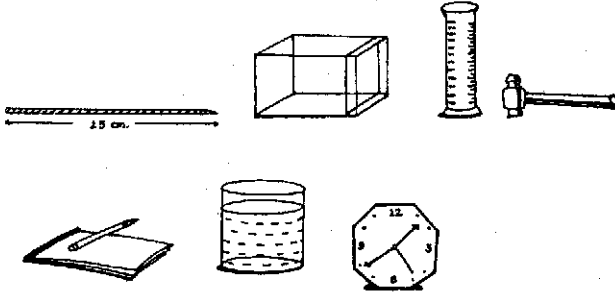


माती खडकासारखी घट्ट का होते?



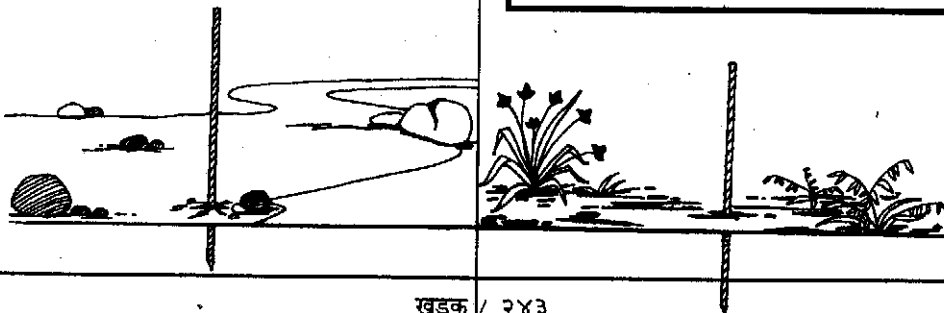
जमिनीवर सतत आघात केले तर ती घट्ट होते. मग त्यात हवा, पाणी, मुळे शिरकाव करू शकत नाहीत. चोपणे वापरून अंगण सपाट केले की त्याचे खळे बनते हे आपण नेहमी पाहतोच.

साहित्य : एका बाजूला टोकेरी असलेली पाव मीटर लांबीची सळी, टेप, तळ काढलेला उघडा डबा, पाणी, मोजपात्र, घड्याळ, कागद, पेन्सिल, हातोडा.



कृती :

- जमीन निवडा आणि त्यामध्ये टोकेरी सळी खुपसा. हळूहळू दावा. जेव्हा ती आत जाणे बंद होईल तेव्हा थांबा. किंवा सळीचे टोक जमिनीवर ठेवून वरील बाजूला सारख्याच जोराने हातोड्याचे दहा ठोके द्या.
- जमिनीवरील सळीची लांबी मोजा. मूळ लांबी ठारूक आहे त्यामुळे मातीत खुपसल्या गेलेल्या सळीची लांबी सहज काढता येते. जेवढी सळी आत जाईल तेवढी जमीन भुसभुशीत आहे.



- त्याच जागेच्या आसपास दोनतीन ठिकाणी हाच प्रयोग करून सरासरी लांबी काढा.
- तळ व झाकण काढलेला पत्र्याचा डबा जमिनीत गोल फिरवत पाच सें.मी. आत खुपसा. त्यासाठी त्याच ठिकाणची पण सळी न खुपसलेली जमीन निवडा.
- डब्यामध्ये मोजपात्राने $\frac{1}{2}$ ते १ लिटर पाणी ओता आणि घड्याळ पाहा. पाणी पूर्ण जिरेपर्यंत किती वेळ जातो पाहा. जेथे पाणी जिरायला जास्त वेळ लागेल ती जमीन घट्ट आहे.
- वरील दोन परीक्षा घेऊन जमिनीचा घट्टपणा तपासता येतो. नमुना जमीन निवडताना वेगवेगळ्या जागेची घ्यावी. उदा. बाग, रान, शेत, पायवाट, नदीकाठ वगैरे. ज्या जागी जमीन घट्ट असते तिथे गवत उगवत नाही; कारण त्या जमिनीत हवा, पाणी शोषले जात नाही. तसेच मुळांना शिरकाव करून घेणे कठीण जाते. कुंडीत लावलेल्या रोपांच्या मुळाशी खुरप्याने उकरून जमीन सैल केली नाही तर माती गच्च होते आणि आतील रोप मरगळते.

घट्ट आणि भुसभुशीत जमिनीचे घटक सारखे असले तरी त्यावर उगवणारी झाडेझुडपे वेगळी असतात. तीच प्रत असलेली जमीन घट्ट असेल तर त्यात हवा, पाणी खेळणे कठीण जाते. मातीचे कण किती जवळ आहेत, यावर हवा, पाणी शोषण्याची क्षमता अवलंबून असते. जमीन घट्ट असली तर तिची धूपही कमी होते. काही पिकांसाठी बी रोवण्यापूर्वी चोपून जमीन घट्ट करतात. मात्र फार घट्ट जमिनीत झाडे जगू शकत नाहीत. जंगलातील पायवाटा पावले पडून घट्ट होतात आणि त्यावरील गवत नाहीसे होते हे त्याचे उदाहरण आहे. रस्ता, इमारत इ. बांधले जाते तेव्हा तेथील जमीन घट्ट होते आणि त्यामध्ये सजीव जगू शकत नाहीत.

खडकांची शाळा



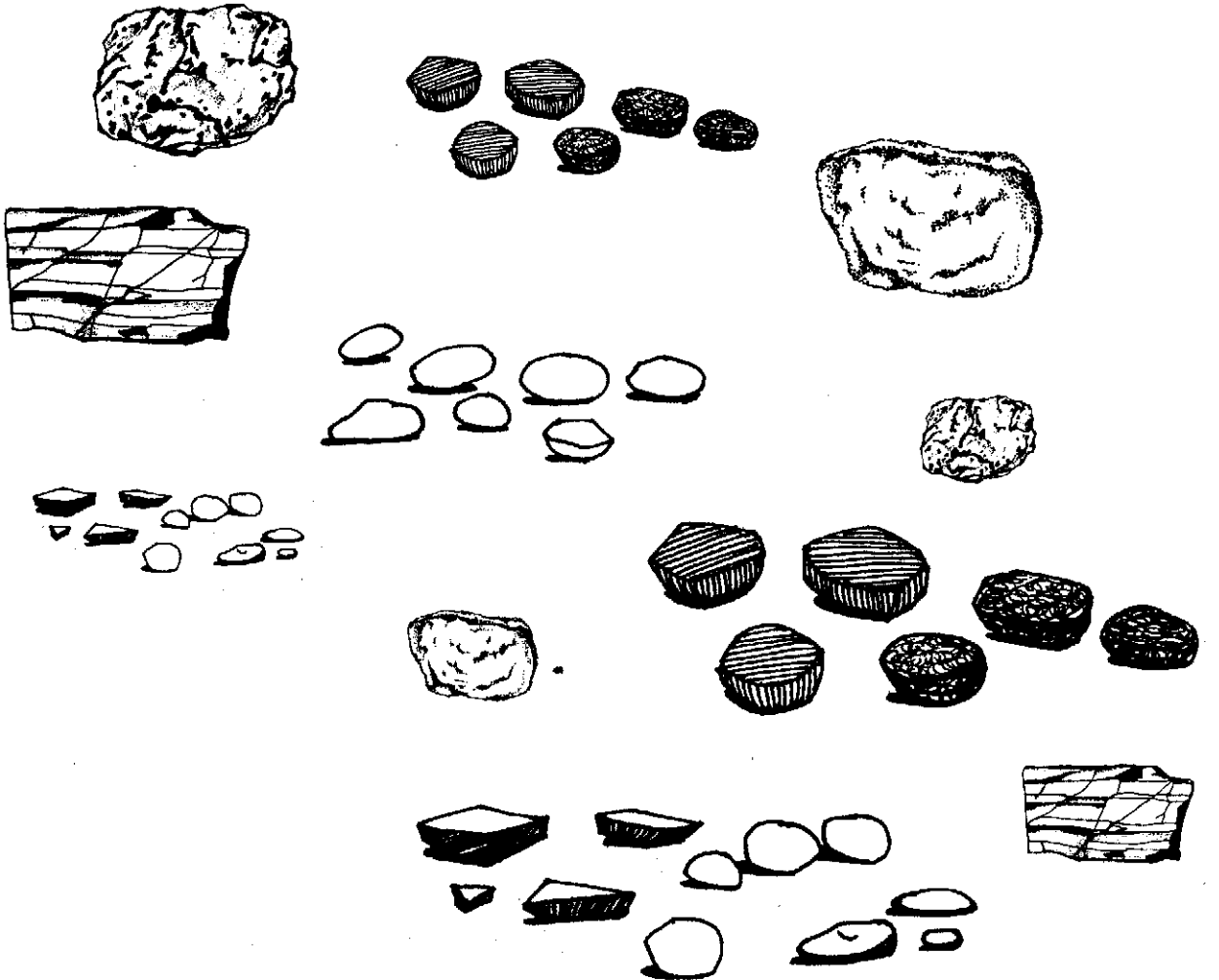
या भागात खडक जमा करून त्याचे वर्गीकरण करणे, त्यातील खनिजे ओळखणे आणि सर्व गुणधर्मांसहित त्यांचे प्रदर्शन भरवणे किंवा संग्रह करून छंद जोपासणे ही कृती आहे. मुलांनी गट करून किंवा पूर्ण वर्गाने मिळून करायचे ठरवले तर आणखी चांगले. सुट्टीमध्ये जवळच्या टेकडीवर, नदीकाठी सहल काढून असे दगड गोळा करायला मुलांना नक्कीच आवडेल.

खडक सर्व रंगांत, आकारमानांत, आकारांत सर्व ठिकाणी मिळतात. शंख, शिंपले, रंगीत दगड उचलून त्यांचा संग्रह करायची आवड जवळजवळ प्रत्येकाला लहान वयात असते. हे दगड मग एका खोक्यात पडून राहतात आणि एक दिवस कचऱ्यात विलीन होतात. या आवडीला खतपाणी घालून त्यामागचे विज्ञान शिकले तर छंदाचे रूपांतर अभ्यासात होईल. मुलांनी गटांनी विविध प्रकारचे दगड जमवले तर एक प्रकारची

निरोगी स्पर्धात्मक भावना निर्माण होऊन मुले आपणहून जातील तेथून दगडाचे नमुने आणतील. एकाच प्रकारचे दगड गोळा करण्यापेक्षा वेगवेगळी खनिजे असलेले दगड शोधणे सरावाने जमू शकते.

रानावनात, जंगलात भटकणे, गिरिदुर्गाची चालत सफर करणे, अवघड वाटेने भ्रमण करणे (ट्रेकिंग) इ.ची आवड अलीकडे मुलांमध्ये विकसित होताना दिसत आहे. त्या वेळी असे दगड गोळा करणे हा छंद त्याला जोडता येतो.

असे नमुने गोळा करून नुसते जमवण्याऐवजी त्यांचे शास्त्रशुद्ध वर्गीकरण करणे, त्यांमध्ये असलेली खनिजे ओळखणे, त्यांवर रासायनिक क्रिया करून पाहणे आणि या नमुन्यांचे नंतर संग्रहात, प्रदर्शनात रूपांतर करणे इ. कृती यामध्ये येतात. खडकांचा, दगडांचा अभ्यास हा पृथ्वीचा अभ्यास आहे.

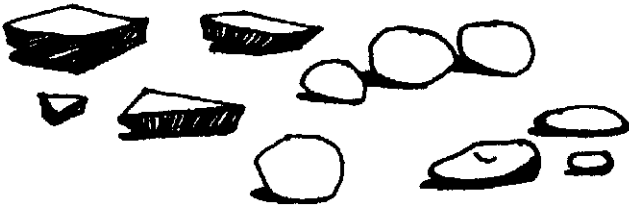
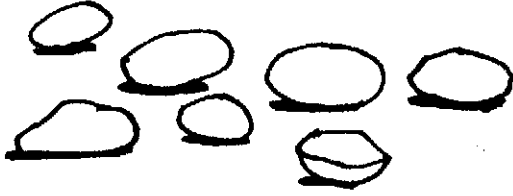
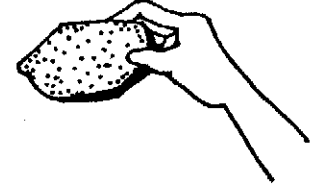


खडकांतील मूळ खनिज कसे शोधाल?



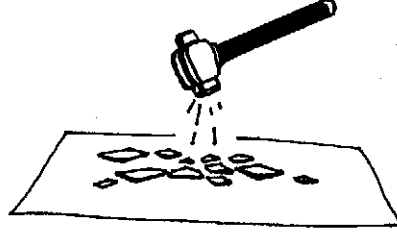
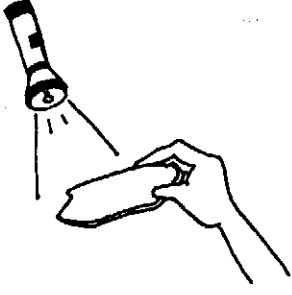
दगडामध्ये निरनिराळी खनिजे असतात. वेगवेगळ्या परीक्षा घेऊन ती ओळखता येतात. तुम्ही गोळा केलेल्या नमुन्यांतील खनिजांचे गुणधर्म तपासा आणि ती ओळखा.

साहित्य : दगडाचे नमुने, सूक्ष्मदर्शक भिंग, लहान हातोडा, तांब्याचे नाणे, चाकूचे पाते, काचेचा तुकडा, फरशीचा खडबडीत तुकडा, काच घासायचा कागद, दोरा, लोहचुंबक, खनिजांची गुणधर्म पुस्तिका.



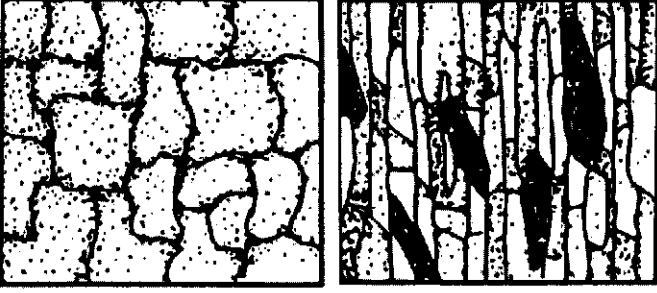
कृती :

१. **रंग** - खनिजे अनेक रंगांची असतात. रंग हा काही खात्रीचा गुणधर्म नाही. कारण दगडात अनेक खनिजांचे मिश्रण असते. तसेच अशुद्ध द्रव्ये मिसळली की खनिजांचे रंग बदलतात. त्यामुळे एक खनिज अनेक रंगांत उपलब्ध होते. रसायने वापरून त्यांतील घटक चटकन, खात्रीने ओळखता येतात.
२. **पोत** - सूक्ष्मदर्शक भिंग वापरून नमुना बारकाईने पाहा. खनिजांचे कण दगडात दिसतील. मोठे कण किंवा तुकडे असले तर पोत खरबरीत आहे. मोठे कण असले तर खनिज ओळखणे सोपे जाते. गुणधर्म लिहिलेल्या पुस्तिकेत पाहून खनिज ओळखू येते.
३. **आकार** - नमुन्याऐवजी कपची वापरून खनिजाचा लहान तुकडा घ्या. हा तुकडा स्फटिकाकृती असतो. बहुतांश खनिजे स्फटिक रूपात असतात. प्रत्येक स्फटिकाचा विशिष्ट आकृतिबंध असतो. त्यावरून खनिज ओळखणे सोपे जाते. स्फटिक मोठे असले तर दगड खरबरीत असतो, लहान असले तर दगड दाणेदार असतो.
४. **चमक** - नमुन्याची कपची दिव्याच्या झोतात धरून परावर्तित प्रकाश पाहा. काही नमुने धातूसारखे चमकता प्रकाश दाखवतील. सोने, चांदी, तांबे असलेले दगड पिवळसर, पांढरट, लालसर, चमकदार दिसतात. काचेसारखी चमक असली तर खनिजे अधातूची आहेत. मेणासारखी, मोत्यासारखी, काचेसारखी, रेशमी, तेलकट अशी चमक असते. त्यांतील फरक सरावाने ओळखता येतो आणि त्यावरून खनिजाचा प्रकार ओळखता येतो.



५. **पारदर्शकता** - नमुन्याची पातळ कपची घेऊन प्रकाशात धरा. काच, अभ्रक, क्वार्ट्झ असेल तर पारदर्शक कण दिसतील. काही चुनखडीची मिश्रणे अर्धपारदर्शक असतात (उदा. संगमरवर) तर बहुतांश नमुने अपारदर्शक असतात.
६. **काठिण्य** - कठीणता हा दगडाचा महत्वाचा गुणधर्म आहे. खड्डूइतका ठिसूळ दगड हा क्रमांक १ तर हिऱ्याइतका कठीण हा क्रमांक दहा असे एक ते दहा या प्रमाणात दगडाचे काठिण्य मोजतात. मोहो नावाच्या भूगर्भशास्त्रज्ञाने एकमेकांना कोरायची दगडाची क्षमता तपासून हे प्रमाण ठरवले आहे. कठीणतेत जास्त क्रमांक असलेला नमुना कमी क्रमांकाच्या दगडाला कोरू शकतो. पण उलट मात्र होत नाही. नखाने खरवडता येणारे नमुने २.५ पर्यंत, तांब्याच्या नाण्याने ३.५, चाकूने ५.५ आणि काचेने ६.५ ते ७ पर्यंत कठीणता असलेले खडक कोरता येतात. जो नमुना नाण्याने खरवडता येत नाही, पण चाकूने येतो त्याची कठीणता ३.५ ते ५.५ मध्ये आहे. अशी ही कठीणता ओळखायची पद्धत आहे. 'टाल्क' हा खडक बोटाने दाबल्यास भुगा होतो, तर हिरा कशानेही खरवडता येत नाही.
७. खरखरीत शहाबाद फरशीवर नमुना दगडाने चरा काढा. पांढरट रेष उमटेल. फरशीचे काठिण्य ७ असल्याने त्याहून जास्त क्रमांकाचा दगड चरा पाडू शकत नाही. असे दगड हातोडीने कुटून पूड करा. काळ्या रंगाचा काच घासायचा कागद (सॅंडपेपर) घेऊन चरा काढला तरी दगडाच्या पुडीचा रंग कळू शकतो. पुस्तिकेतील रंगाशी तुलना करून खनिजे शोधता येतात.
८. **चुंबकत्व** - लांबट आकाराची कपची घेऊन ती दोन्याने टांगा. जर ती चुंबकाकडे आकर्षित झाली तर त्यात मॅग्नेटाइट, लोखंडाची खनिजे आहेत.
९. कागदात कपची गुंडाळून हातोड्याने ठोका. दगडाचे लहान तुकडे आणि मूळ नमुना याच्या पोताची तुलना करा. नमुना फोडल्यावर तो कशा रेषांमध्ये फुटतो त्यावरून त्यात असलेली खनिजे ओळखता येतात. काही वेळा समांतर रेषा आढळतात, तर काही वेळा धाग्यासारखे फुटतात. काही दगड फुटल्यावर तीक्ष्ण, टोकदार काट्यासारखा पृष्ठभाग बोट फिरवल्यास कळतो.
१०. **घनता** - नमुना दगडाचे वजन आणि आकारमान काढून घनता काढा. बहुसंख्य दगड अडीच ते तीन घनतेचे असतात. घनता जास्त असेल तर दगड जड आणि कमी असेल तर हलका मानले जाते.
- खनिजे शोधून नमुन्यांना आकडे द्या आणि त्यांचे गुणधर्म स्वतंत्र कागदावर लिहा.
- या नमुन्यांचे प्रदर्शन भरवता येते. दगड, त्यांचे वर्गीकरण, त्यात सापडणारी खनिजे, दगडाचे, खनिजांचे गुणधर्म, जिथे सापडला ती जागा, परिसर याबद्दल तक्ता तयार करून दगडांचे प्रदर्शन ठेवता येते. दगड पाण्याने, सिरका-साबण वापरून स्वच्छ करा आणि मऊ कपड्याने पुसून घ्या. मत्स्यपात्रात किंवा आकर्षक काचेच्या खोक्यात तत्त्यासह दगड मांडा. ही वेगळी मांडणी सर्वांचे लक्ष नक्कीच वेधून घेईल.

खडकांची विविध रूपे/पाण्यावर तरंगणारा खडक



दगडांचे अनेक नमुने गोळा झाले की त्यांचे वर्गीकरण करा. दगडाचे तीन मूलभूत प्रकार आहेत. अग्निजन्य खडक (इग्निअस), थराचे खडक (सेडिमेंटरी), रूपांतरित खडक (मेटमॉर्फिक).

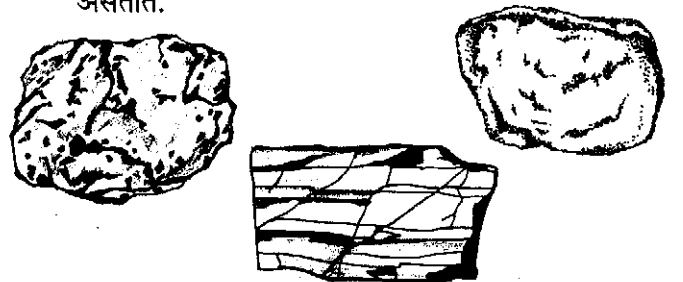
साहित्य : दगडांचे नमुने, सूक्ष्मदर्शक भिंग, सिरका, दगडांचे नमुने दाखवणारा तक्ता..

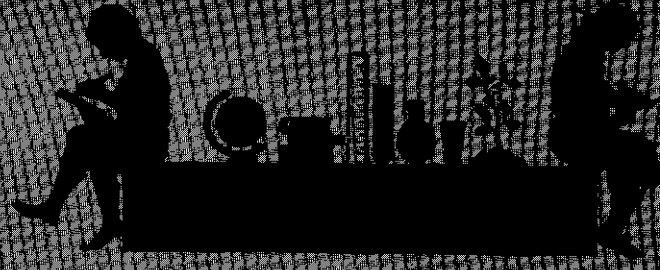
कृती :

१. एक एक दगड उचलून नीट पाहा. त्याचा वास, वजन, आकार पाहा. पृथ्वीच्या पोटातील अर्धद्रव (मॅग्मा) ज्वालामुखीतून लाव्हाच्या रूपाने बाहेर पडतो आणि घट्ट होतो. त्यामुळे अग्निजन्य खडक बनतो. त्यामध्ये खडबडीत खडकांपासून गुळगुळीत दगडांपर्यंत सर्व प्रकार येतात. ग्रॅनाइट, बेसॉकर, सच्छिद्र प्युमिस असे अनेक प्रकारचे खडक हे अग्निजन्य आहेत. राख, धूळ, चिखल, खनिजांचे तुकडे इत्यादी घटक एकमेकांना घट्ट चिकटलेले असतात. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून पाहिले तर हे घटक स्वतंत्र दिसतात. जेव्हा लाव्हास सावकाश थंड होतो तेव्हा त्यातील खनिजांचे मोठे स्फटिक बनतात. दख्खनचे पठार अशा अग्निजन्य खडकांनी बनलेले आहे. या दगडात क्वार्ट्झ, अम्फ्रक, फेल्स्पार, काच इ. चे स्फटिक सापडतात. काही वेळा लाव्हा पटकन थंड होतो आणि आत हवा अडकून दगड रवाळ बनतो. अशा दगडांत स्फटिक अगदी कणस्वरूपात, साध्या सूक्ष्मदर्शक भिंगाने न दिसणारे असतात. काही वेळा हवा असण्याचे प्रमाण जास्त असते असे दगड पाण्यावर तरंगतात. या खडकांचा रंग आत असलेल्या खनिजांवर अवलंबून असतो. हिरवट, दगडी, गुलाबी, पांढरट, काळा, हिरवागार लालसर इ. रंग या खडकामध्ये आढळू शकतात.
२. थराचे दगड ओळखण्यासाठी नमुना मोठा आणि उभट हवा. खडकांची झीज होऊन ती पाण्याबरोबर वाहत तळाशी साचते. असे साचत गेलेले थर पाण्याच्या

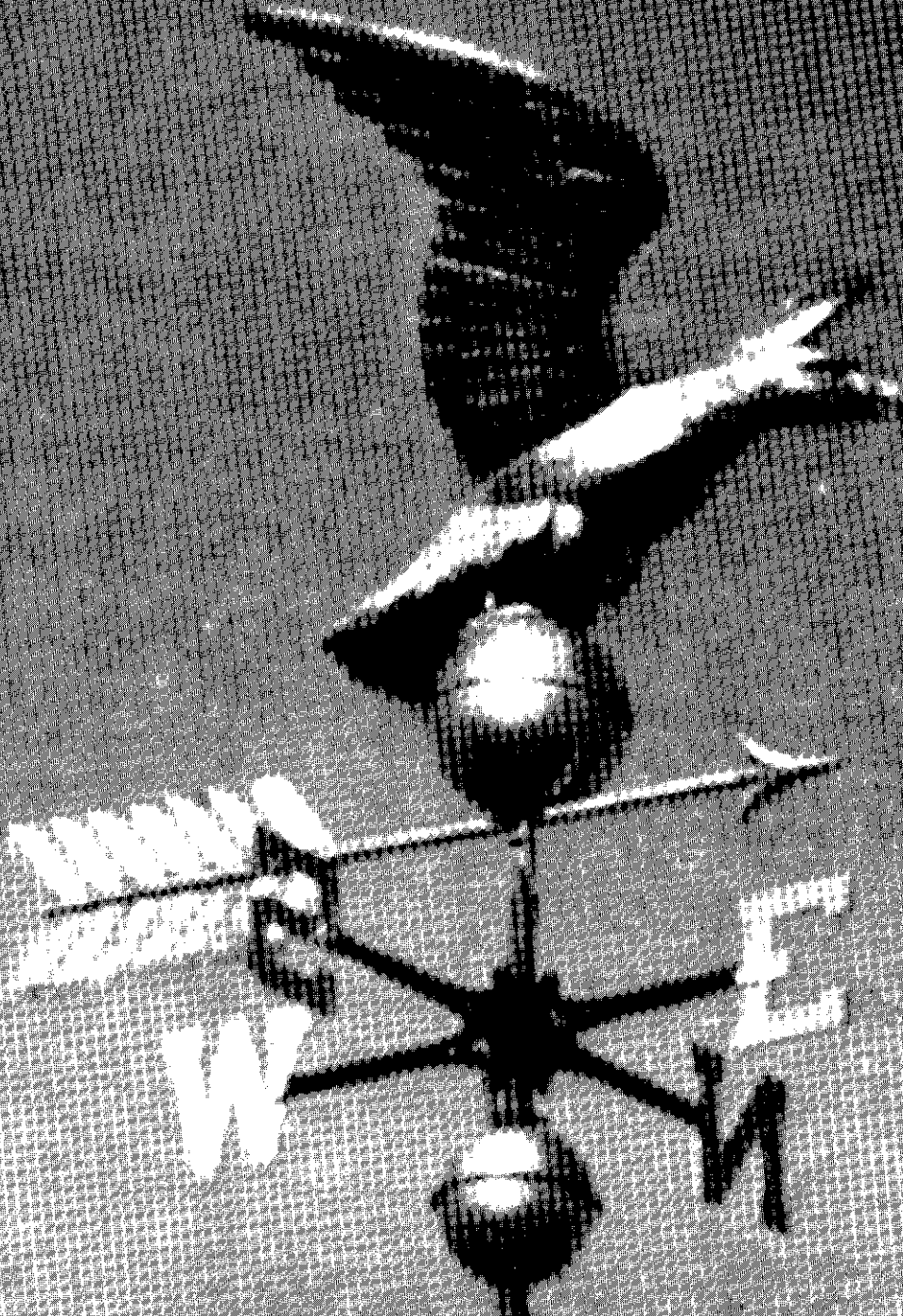
दाबाखाली एकमेकांना घट्ट चिकटतात आणि कालांतराने थरांचा खडक बनतो. असे थर एकमेकांना चिखल, धूळ इ.ने जोडलेले असतात. अशा खडकांत आडव्या दिशेने सूक्ष्म चिरा वा रेषा आढळतात. त्यावर सिरका ओतला की बुडबुडे येतात. यामध्ये ठसरूपाने वा प्रत्यक्ष जीवाश्म आढळू शकतो. हातोडा छिन्नी वापरून आडवे घण मारले तर थर स्वतंत्र होतात. वरचे थर तुलनेने मऊ तर तळाच्या दिशेने घट्ट होत गेलेले असतात. हे खडबडीत, मऊ असू शकतात. क्वार्ट्झ, कॅल्साइट, गाळाची माती, फेल्स्पार इ. खनिजे त्यांत असतात. खडकांमध्ये लाल, पांढरा, करडा, राखी, काळा इ. रंग आढळतात. विशेषतः उभ्या कपारी असल्या तर थराचे खडक नीट दिसतात. सँडस्टोन म्हणजे वाळूसारखे कण घट्ट चिकटलेला खडक, चुनखडीचे पांढरट खडक, घट्ट कवचासारखे (शेल) आणि अनेक लहान दगड चिकटून बनलेले मिश्रदगड यामध्ये येतात.

३. सावकाश बनत गेलेले, बदलत गेलेले खडक हा खडकांमधील तिसरा प्रकार आहे. उष्णता, दाब, भूपृष्ठाची अचानक झालेली हालचाल (भूकंप), ज्वालामुखी उसळणे, रासायनिक क्रिया वर्षानुवर्षे होत राहणे यामुळे मूळ खडक बदलत जातो आणि असे खडक बनतात. पांढरट, गुलाबी, चमकते, काळे ठिपके असलेले, पट्ट्या (स्ट्रोक्स) असलेले, खनिजांचे वेड्यावाकड्या रेषा असलेले शोभिवंत दगड यांमध्ये येतात. सँडस्टोन, चुनखडी, कवचासारखे (शेल), ग्रॅनाइट यांची मिश्रणे या खडकांत आढळतात. पाटीचा दगड (स्लेट), संगमरवर (चुनखडीचा खडक), शहाबाद इ. यांमध्ये येतात. लाल, हिरवट, काळाभोर, चमकते असे रंग यांमध्ये मिळतात. यांतील मऊ दगडाचे नखाने पापुद्रे काढता आले तर ते अम्फ्रक आहे हे समजावे. यावर आम्लाचा परिणाम होतो. ज्या खडकांपासून उत्क्रांत होत हे खडक बनतात त्यांचे गुणधर्म बाहेरील घटकांचा परिणाम होऊन बदललेले असतात.

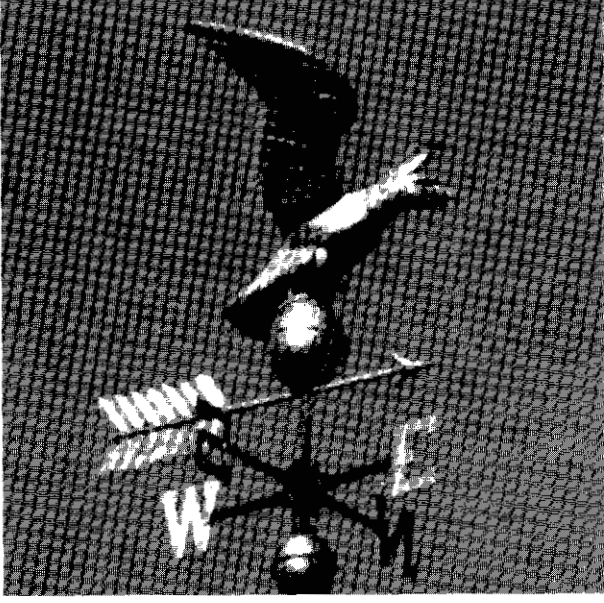




हवापान



हवामान



अनुक्रम

- कांध्याची साल आहे पातळ,
यंदा थंडी नाही ठोकणार तळ / २४९
हवेचे गुणधर्म दिसत नाहीत;
पण हवा आपल्याभोवती आहे मात्र! / २५०
हवेचे वजन कसे करणार? / २५१
फुग्यांना कप चिकटवणारी हवेची किमया / २५२
हवेची हालचाल होते तरी कशी? / २५३
वाऱ्यावर फिरवा भिंगरी गरगर! / २५४
वीज चमकते आकाशी / २५५
चक्रावणारे चक्री वादळ / २५६
असे बनतात ढग! / २५७
येरे येरे पावसा / २५८
हवामानातील आकस्मिक बदल कसे घडतात?
भविष्यातील हवामान कसे ओळखणार? / २५९
आपल्या परिसरातील हवामान आहे कसे? / २६१
मोजू या वेगवेगळे हवामानाचे घटक / २६२
तापमानाचे हवामानावर कोणते परिणाम होतात? / २६३
अबब, वाऱ्याचा वेग मोजणार तरी कसा? / २६४
वाऱ्याची दिशा दाखवणारा दर्शक / २६६
ढगांची धावपळ का होते? / २६७
वातावरणातील दाब बदलतो कशाने? / २६८
आर्द्रता मोजणारा हायग्रॉमीटर / २६९
दव-बिंदू / २७०

कांद्याची साल आहे पातळ, यंदा थंडी नाही ठोकणार तळ

“कांद्याची साल आहे जाड, यंदा थंडी पडणार गाढ!”

असे कांदा पिकवणारे शेतकरी म्हणतात, त्यात तथ्य आहे. प्रत्येक पिकाची टक्केवारी, प्रत ही हवामानाच्या अनुकूलतेवर अवलंबून असते. उन्हाळ्यातील हवा आणि जमिनीच्या तापमानावर हिवाळ्याची तीव्रता, सौम्यता ठरते. उन्हाळ्यातील काही घटकांचा अभ्यास करून देशातील विविध भागांत मोसमी पाऊस कसा पडेल याबद्दल अचूक अंदाज केले जातात. कांद्याच्या सालीप्रमाणे अनेक झाडांच्या वाढीचा अभ्यास करून हवामानाचे अंदाज वर्तवता येतात.

जगामध्ये ७००० हून अधिक केंद्रे हवामानाचे निरीक्षण करून वेधशाळांना पाठवतात. याशिवाय महासागरांवरील शेकडो बोटी आणि आकाशातील विमाने, उपग्रह हवामानाचा सतत वेध घेत असतात.

तापमान मोजताना अंश सेल्सियस हे एकक (युनिट) वापरतात. तसेच हवेचा दाब मोजण्यासाठी पास्कल हे एकक वापरतात. ही दोन्ही थोर शास्त्रज्ञांची नावे आहेत. सेल्सियस हा अठराव्या शतकातील स्वीडिश अवकाश संशोधक होता; तर पास्कल हा अठराव्या शतकातील फ्रेंच संशोधक आणि तत्त्वज्ञ होता.

काही प्राण्यांना हवामानाबद्दल आधी कळते; पण प्रत्येक वेळी मात्र ते खरे नसते. हे शास्त्रज्ञांनी सिद्ध केले आहे. स्थलांतर करताना पक्षी अनुकूल हवामानाचा अंदाज घेत प्रवास करतात. अचानक एखादा पर्यावरणातील घटक बदलतो आणि

झुडपात राहणारा एक प्रकारचा नर टोळ (ट्री क्रिकेट) विशिष्ट आवाज सतत काढत असतो. दिवसा वा संध्याकाळी हा कीटक दर आठ सेकंदांत 'क्रीक' असा आवाज किती वेळा काढतो ते मोजा. त्या आकड्यात ४ मिसळले तर त्या वेळचे तापमान मिळते. फार तर १° सेल्सियस फरक आढळतो. दहापैकी नऊ वेळा हे तापमान अचूक असते. तापमान वाढले की हा टोळ तेवढ्याच काळात जास्त वेळा आवाज काढतो.

उडणाऱ्या थव्यामधील शेकडो पक्षी मृत झालेले आढळतात. काही भागांत येणारा हिवाळा तीव्र असेल तर ठरावीक जातीच्या हरिणांची कातडी अधिक केसाळ होते, असे म्हटले जाते. पण अनेकदा असा बदल न झाल्यामुळे तीव्र थंडीत हरिणे मृत झालेली आढळली आहेत.

हवामान निसर्गावर अवलंबून आहे. मानव त्याबद्दल अंदाज बांधतो. माणूस जर हवामान नियंत्रित करू लागला, तर काय होईल? निसर्गाचा तोल त्यामुळे ढळेल का? पाऊस कोठे, कधी, केवढा पडेल हे माणूस ठरवू लागला तर काय होईल? राजकीय, सामाजिक, लष्करी परिणाम गंभीर होतील का? एखाद्या सत्तापिपासू हुकूमशहाच्या हातात हे नियंत्रण आले तर अनर्थ घडेल का? हवामानावरील नियंत्रण मानवासाठी शाप ठरेल की वरदान? असे प्रश्न नेहमीच विचार करायला लावतात.



क्रीकऽ क्रीकऽ क्रीकऽ+४°=७°

हवेचे गुणधर्म दिसत नाहीत; पण हवा आपल्याभोवती आहे मात्र!

हवेच्या गुणधर्मावर हवामान अवलंबून असते. हवा जागा व्यापते, हवेला वजन असते आणि दाब असतो. जागा रिकामी वाटली, दिसली तरी त्याजागी हवा असतेच. खालील प्रयोगाने हे गुणधर्म पाहता येतात.

साहित्य : काचेचे दोन पेटे, पाण्याने भरलेली प्लॅस्टिकची बादली, कागद, प्लॅस्टिक पिशवी.

कृती :

- काचेचा पेटा सरळ, उलटा धरा आणि तसाच ठेवून पाण्याच्या बादलीत बुडवा. पेटा पूर्ण पाण्याखाली गेला तरी त्यात पाणी शिरत नाही.
- दुसरा पेटा घ्या आणि तिरका करून बुडवा. त्यात पाणी शिरेल.
- पाण्याखाली दोन्ही पेटे एकमेकांजवळ आणा आणि पेट्याच्या कडा पाण्याखालीच एकमेकांवर ठेवून वर असलेल्या हवा भरलेल्या पेट्यातील खाली असलेल्या पाणी भरलेल्या पेट्यात हवा (पाण्यासारखी) ओतण्याचा प्रयत्न करा. पाण्याच्या पेट्यात हवा जाईल आणि रिकाम्या पेट्यात पाणी येईल. हवा पूर्ण ओतण्यासाठी पेट्याचे काठ एकमेकांवर ठेवून पाण्यातच झटकन उलटे करा. थोडीतरी हवा बुडबुड्यांच्या रूपाने बाहेर येते. सरावाने हवा आणि पाणी पाण्यामध्ये एका पेट्यातून दुसऱ्यामध्ये नेता येते.
- आता कागदाचा बोळा पेट्याच्या तळाशी ठेवा आणि पेटा सरळ उलटा धरून पाण्यात बुडवा. पाणी आत शिरत नाही. कागद कोरडा राहतो. छोट्या बादलीत कोरडे कापड तळाशी चिकटून ठेवून हाच प्रयोग करून पाहा.
पहिला पेटा बुडवताना सरळ उलटा बुडवल्याने पेट्यातील हवा बाहेर येऊ शकत नाही, म्हणून पेट्यात पाणी शिरत नाही. दुसरा पेटा तिरका बुडवल्याने हवा बाहेर पडते आणि त्या जागी पाणी शिरते. दोन्ही

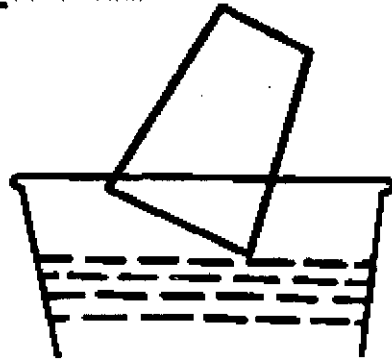
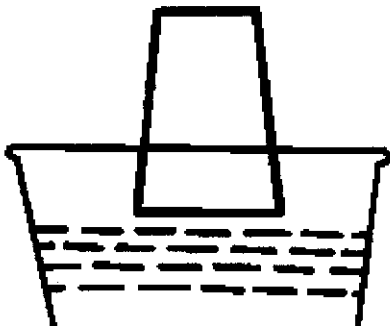
रडार हे यंत्र हवामानातील बदल नोंदण्यासाठी वापरतात. दिवसा वा रात्री त्यातून विशिष्ट तरंगलांबीच्या रेडिओ लहरी पाठवल्या जातात. वाटेतील ढगांवरून, इतर अडथळांवरून परावर्तित होऊन येणाऱ्या लहरींचे परीक्षण करून पाण्याचे प्रमाण, गारा, बर्फ, धुके इ. चे प्रमाण, अंतर याबद्दल माहिती मिळते.

पेटे पाण्यात एकमेकांवर धरले आणि उलटे केले तर पाणी जड असल्याने खालच्या पेट्यात जाते आणि हवा वरच्या पेट्यात जाते.

प्लॅस्टिक पिशवी तोंडाने फुगवा आणि पिशवीचे तोंड गच्च बंद करा. आत हवा राहिल. पिशवीचे तोंड उघडून निपटले तर हवा निघून जाईल. अशी हवा एखाद्या वस्तूप्रमाणे पिशवीत घालता, काढता येते. पिशवीचे तोंड घट्ट धरून तिच्यावर दुसऱ्या हाताने जोराने बुक्की मारा. फटाक्यासारखा मोठा आवाज करून पिशवी फुटेल. पिशवीतील हवेवर जास्त दाब असतो. आणि आघातामुळे तो आणखी वाढतो आणि पिशवी फुटते. फुटताना हवा जोराने प्रसरण पावून ध्वनीची कंपने उत्पन्न होतात म्हणून फटाक्यासारखा आवाज येतो.

हवा जागा व्यापते त्यामुळे दुसऱ्या प्रयोगात कागद आणि पाणी यांमध्ये हवा भिंतीसारखी राहते आणि कागद कोरडा राहतो. दोन वस्तू एका वेळी एकच जागा व्यापू शकत नाहीत. दोन प्रकारच्या हवेच्या झोतांचे तापमान, दाब, आर्द्रता वेगवेगळी असली, एकच जागा व्यापण्यासाठी त्या झोतांमध्ये एकमेकांशी क्रिया घडली की हवामानात मोठे बदल होतात.

हवेमध्ये ८० टक्के नत्रवायू आणि २० टक्के प्राणवायू असतो. कर्बवायू, पाण्याची वाफ आणि इतर वायूंचे प्रमाण नगण्य असते.



हवेचे वजन कसे करणार?



रिकाम्या फुग्याचे आणि भरलेल्या फुग्याचे वजन यांत किंचित फरक असतो. आतील हवेमुळे भरलेल्या फुग्याचे वजन किंचित जास्त असते.

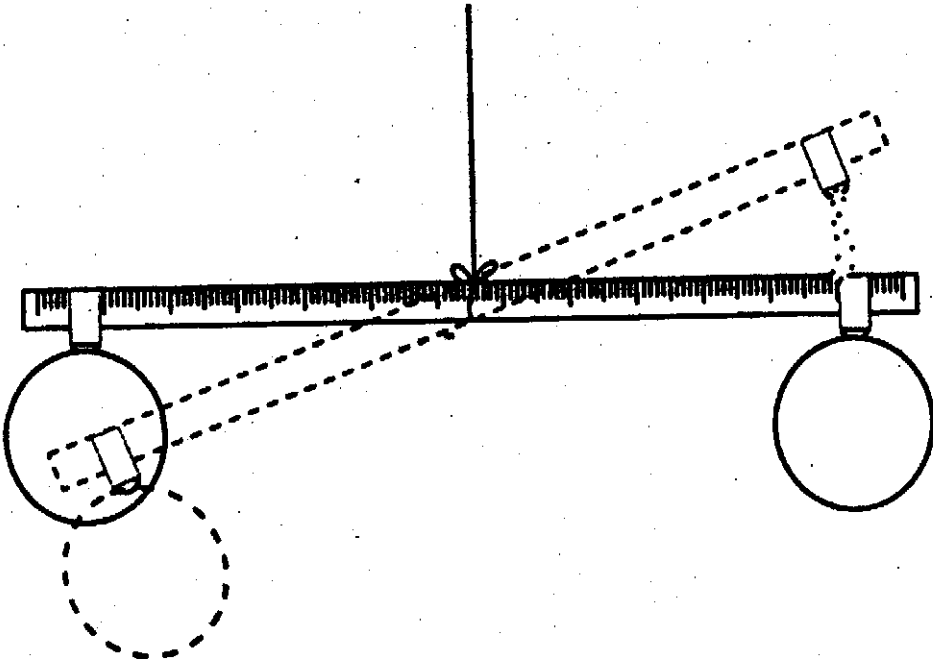
साहित्य : दोन एकसारखे फुगे, मीटरपट्टी, चिकटपट्टी, दोरी, चाकू.

कृती :

१. दोन फुगे एकाच आकारमानाचे होतील असे फुगवा आणि त्यांची तोंडे बांधा.
२. मीटरपट्टीच्या दोन टोकांना पाच आणि पंध्याणव या आकड्यावर हे फुगे चिकटपट्टीच्या साहाय्याने चिकटवा.
३. मीटरपट्टीच्या मध्यभागी दोरी बांधा. दोरीचे दुसरे टोक कोणत्याही आधाराला किंवा छताला बांधा. दोरी हवेत टांगलेली राहिल याची काळजी घ्या. पट्टीवरील दोरी डावीकडे वा उजवीकडे सरकवून मीटरपट्टी जमिनीला समांतर आडवी राहायला हवी.
४. दोनापैकी एक फुग्याला चाकूचे टोक लावून फोडा. लगेचच आडव्या असलेल्या पट्टीचे त्या बाजूचे टोक वर जाईल. (आकृती पाहा.)

वरील प्रयोगात पट्टी जेव्हा जमिनीला समांतर आहे, तेव्हा दोन्ही बाजूंना टांगलेले वजन सारखे आहे. कारण दोरी पट्टीच्या मध्यभागी बांधलेली असल्याने दोन्ही फुग्यांचे, टांगलेल्या बिंदूपासून सारखे अंतर आहे. वजन आणि अंतर यांचा गुणाकार सारखा असला तरच पट्टी समांतर राहते. जेव्हा फुगा फोडला जातो तेव्हा त्या बाजूच्या फुग्यातील हवेचे वजन कमी झाल्याने वजन \times अंतर कमी होते आणि ती बाजू वर जाते. हवेला वजन असते हे यामुळे कळून येते. हवेचे वजन हवेच्या तापमानावर अवलंबून असते. तापमान वाढले की हवेच्या रेणूंमधील अंतर वाढते, हवा विरळ होते आणि त्याच आकारमानाच्या हवेचे वजन कमी होते. जमिनीजवळची हवा सूर्याच्या उष्णतेमुळे तापते आणि हलकी होऊन वर जाते आणि त्या जागी थंड हवा येते. त्यामुळे वारे वाहतात. असे बदल घडणे हवामानाचा एक प्रमुख भाग आहे.

एका मोठ्या खोलीतील हवेचे वजन ७० किलोपर्यंत असू शकते. एका प्रौढ माणसाच्या वजनाइतके हे वजन आहे.



फुग्यांना कप चिकटवणारी हवेची किमया

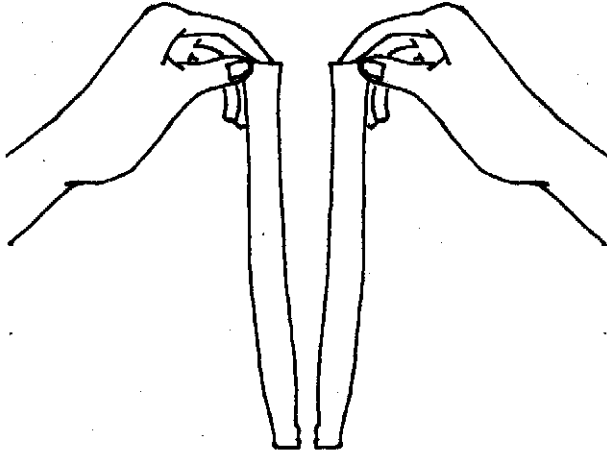


हवेचा दाब सर्वत्र सारखाच असतो. खालील प्रयोग करून पाहा आणि हवेच्या दाबाबद्दल माहिती करून घ्या.

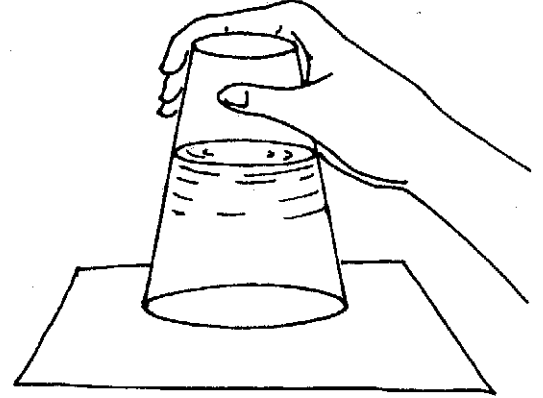
साहित्य : कागद, कात्री, कागदी पेले, पाणी, फुगा, पाण्याचा पेला, पातळ पुठ्ठा किंवा जाड कागद.

कृती :

१. कागदाच्या दोन अरुंद पट्ट्या कापा. दोन हातांत दोन पट्ट्या तोंडासमोर धरा आणि मध्ये सतत फुंकर घाला. पट्ट्यांचे तोंडापासूनचे अंतर सारखेच ठेवा. पट्ट्या एकमेकांपासून दूर जाण्याऐवजी जवळ येतील. (आकृती पाहा.)



२. फुगा फुगवायला सुरुवात करा. १/३ फुगवून झाला की दोन कागदी पेले फुग्याच्या दोन बाजूंना चिकटून धरा आणि फुगा पूर्ण फुगवा. पेले फुग्यांना चिकटून बसतील.
३. काचेच्या पेल्यात ३/४ पाणी भरा. पेल्याची कड ओली करा. त्यावर पातळ पुठ्ठा ठेवून तळहाताने थोडे दाबा. हात तसाच धरून पेला सावकाश उलटा करा. पेल्यातील हवा कागद आणि पेल्याची कड यांतून अजिबात बाहेर जाऊ देऊ नका. आता हात काढून घ्या. कागद पेल्याला चिकटून राहील आणि त्यावर पाणी पेलले जाईल. पेल्यामध्ये वरती हवा दिसेल. (आकृती पाहा.)



हवेचा दाब हा हवामानाचा एक महत्वाचा घटक आहे. हवेच्या दाबात लहानसहान बदल सारखे घडत असतात. तापमान कमी झाले की हवेचे रेणू जवळ येतात आणि दाब वाढतो. दुपारी तापमान वाढले की हवेचे रेणू एकमेकांपासून दूर जातात आणि दाब कमी होतो. असे बदल हवामानात मोठा बदल घडवत नाहीत. दुपारच्या आणि रात्रीच्या तापमानातील फरक फार असेल तर गरम हवा हलकी होऊन वर जाते आणि चारही बाजूंनी थंड हवा येऊन चक्री आवर्त/वादळ किंवा पाऊस पडायची शक्यता असते. उन्हाळ्यात तापमान फारच वाढले तर वळवाचा पाऊस याच कारणामुळे येतो. विषुववृत्तावर सूर्यकिरण लंब पडतात, त्यामुळे दुपारी तापमान खूप वाढते आणि रोजच चारच्या सुमारास पाऊस पडतो.

पहिल्या प्रयोगात कागदाच्या पट्ट्यांमध्ये फुंकर घालत राहिल्याने तेथील हवा विरळ होते आणि तिचा दाब कमी होतो. बाहेरून दाब जास्त असल्याने पट्ट्या कमी दाबाच्या दिशेने ढकलल्या जातात आणि जवळ येतात. दुसऱ्या प्रयोगात फुगा फुगवताना रबराचा पापुद्रा कागदी पेल्याच्या तोंडावर बसतो आणि पेला हवाबंद होतो. आतील दाब कमी, बाहेरील जास्त असल्याने कागदी पेले फुग्याला चिकटतात. तिसऱ्या प्रयोगात पेला उलटा केला तरी आतील हवेला बाहेर जायची संधी मिळत नाही. त्यामुळे कागद चिकटून राहतो आणि पाणी तोलले जाते.

आता पटले ना हवेचा दाब हा सर्व दिशांनी सारखाच असतो!

हवेची हालचाल होते तरी कशी?

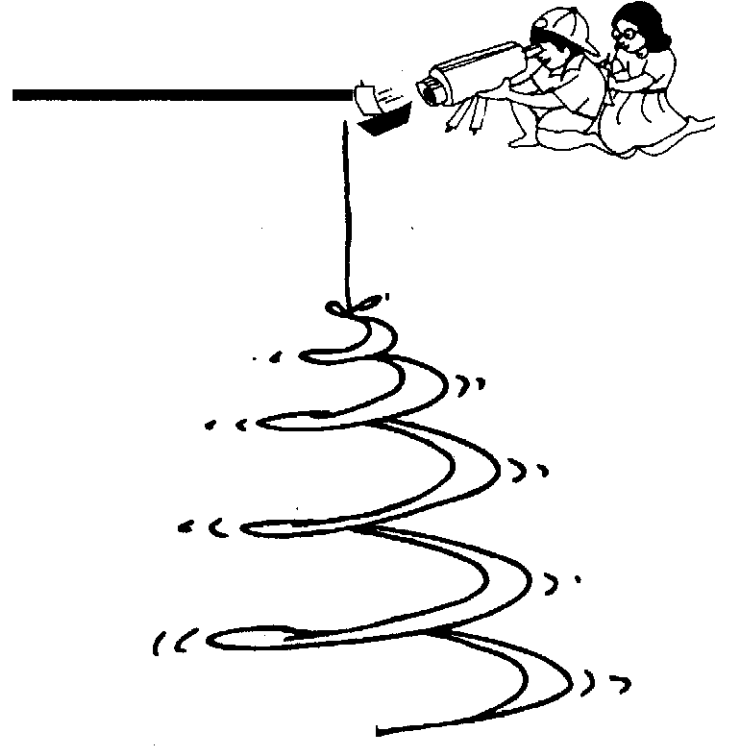
ज्या ठिकाणी हवेचा दाब जास्त आहे त्या जागेपासून कमी दाबाच्या ठिकाणी हवा वाहते. मोठ्या प्रमाणावर हवेचे वहन झाले की वारा सुटतो. खालील प्रयोगात हवेची हालचाल पाहा.

साहित्य : प्लॅस्टिकची बाटली, फुगा, प्लॅस्टिकची मोठी टोपली, गरम पाणी, कात्री, दोरा, कागद, पेन्सिल, कंपास, बर्फाचे पाणी.

कृती :

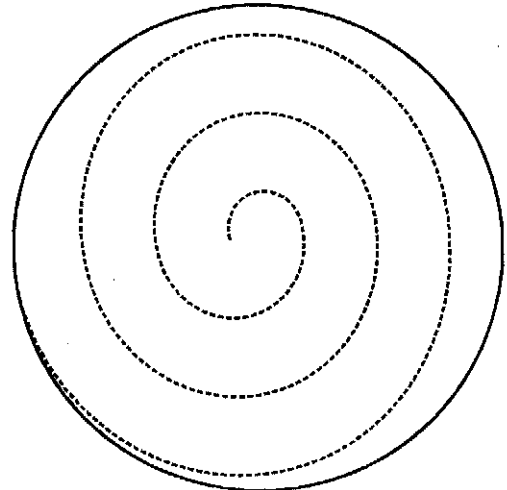
१. प्लॅस्टिकची बाटली फ्रीजमध्ये वा बर्फाच्या पाण्यात ठेवून थंड करा. लहान फुगा चारपाचदा फुगवून आणि नंतर हवा सोडून रबर थोडे सैल करून घ्या. या फुग्याचे तोंड बाटलीच्या तोंडावर गच्च बसवा. ते हवा आतबाहेर जाऊ शकणार नाही इतके गच्च हवे. आता फुग्यासकट बाटली गरम पाण्यात ठेवा. फुगा फुगेल, बाटली परत थंड पाण्यात ठेवा. हवा कमी झाल्याने फुगा चपटा होईल.
२. पंधरा सें.मी. व्यासाचे वर्तुळ कागदावर आखा आणि कंपासचे टोक मध्यभागी ठेवून त्रिज्या कमी करत एक गुंडाळी (स्पायरल) काढून घ्या. फार रुंद पट्टी असू नये. कात्रीने रेषेवरून कापा. मध्यभागी गाठ मारून दोरा ओवा. दोरा टांगून ठेवला तर गुंडाळी कागदाच्या वजनाने सुटेल. (आकृती पाहा.) हवेचे ज्या दिशेने वहन होते त्या दिशेने ही गुंडाळी सावकाश गोल फिरेल. आता वरून गुंडाळीचे निरीक्षण करा. जर गुंडाळी घड्याळाच्या काट्यांच्या दिशेने फिरत असेल तर हवा वरील दिशेने वाहत असते. गुंडाळी घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट दिशेने फिरत असेल तर हवा खालच्या दिशेने वाहत असते. ३० सेकंद थांबून नोंद घ्या. पेटलेल्या दिव्याच्या वरती ही गुंडाळी टांगा. मात्र दिव्याच्या उष्णतेपासून ती सुरक्षित अंतरावर ठेवा. दिव्याच्या उष्णतेने हवेचे वहन वरच्या दिशेला होताना दिसेल. वेगवेगळ्या ठिकाणी हा प्रयोग करून हवेचे वहन कसे होते ते पाहा. विविध जाडीचे कागद वापरले तर काय होते? गुंडाळीच्या पट्टीची रुंदी कमीजास्त करून सर्वोत्तम गुंडाळीचे तुमचे स्वतःचे आरेखन (डिझाइन) बनवा.

हवेचे तापमान वाढले की हवा प्रसरण पावते आणि आकारमान वाढते. वरील प्रयोगात बाटली गरम पाण्यात



ठेवली की आतील हवा प्रसरण पावते आणि फुगा चपटा असतो तो फुगतो. बाटली परत थंड पाण्यात ठेवली तर फुगलेला फुगा चपटा होतो. हवा जास्त दाबाकडून कमी दाबाकडे वाहते. फुगा फुगवला की आत हवा भरली जाते आणि दाब वाढतो. फुग्याचे तोंड उघडे राहिले की आतील जास्त दाबाच्या भागाकडून हवा बाहेरील कमी दाबाकडे वाहते. फुग्याच्या तोंडापाशी तळहात धरला तर हवेचा झोत बाहेर आलेला कळतो.

जमिनीजवळील हवा गरम झाली की हलकी होऊन वर जाते तेव्हा गुंडाळी गोल फिरून हवेच्या वहनाची दिशा दाखवते. वर गेलेल्या हवेची जागा घेण्यासाठी थंड स्तरातील हवा खाली येते. गुंडाळीचे फिरणे या वेळी विरुद्ध दिशेने होते. हेच मोठ्या प्रमाणावर होते तेव्हा वारे सुटतात. दिवसाच्या वेगवेगळ्या प्रहरी हवेचे प्रवाह वेगवेगळ्या दिशेने वाहतात.



वाच्यावर फिरवा भिंगरी गरगर!

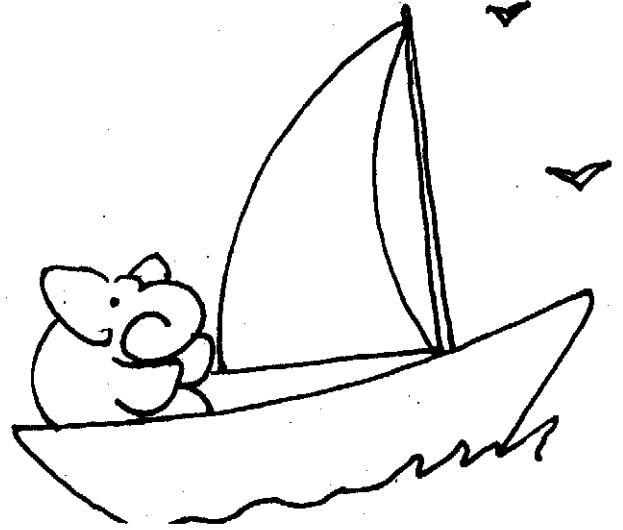
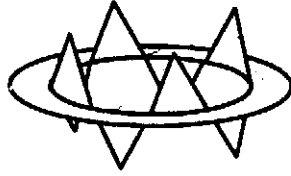
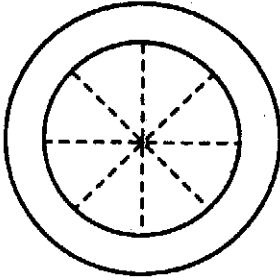


आपल्याला डोळ्यांनी हवा फिरताना दिसत नाही. पण जर कागदाची पातळ भिंगरी करून सोडली तर हवा तिला कसे फिरवते ते तुम्ही जरूर पाहू शकता.

साहित्य : कागदाच्या बशा, पट्टी, कात्री, चिकटपट्टी.

कृती :

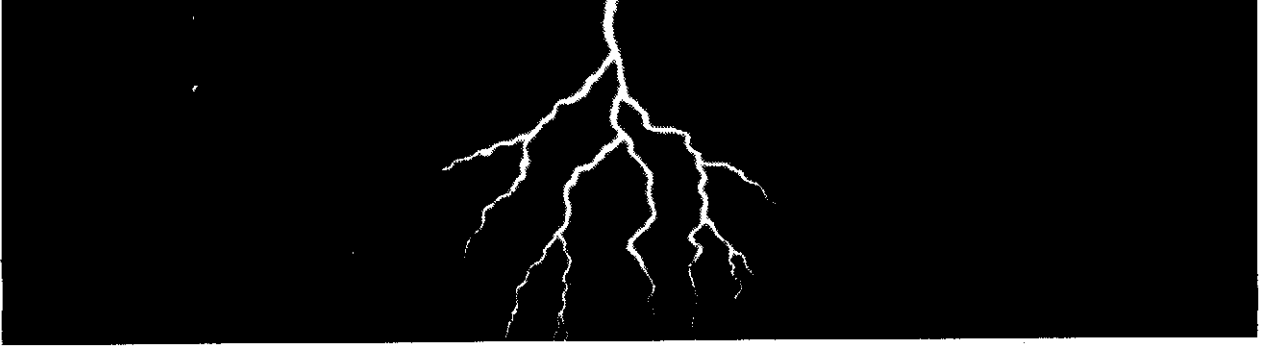
- कागदाच्या बशीचा मधला गोल भाग रेषा मारून आठ भागांत विभागा. रेषांवर कात्रीने कापा. (आकृती पाहा.) बशीला चिकटलेल्या आठ त्रिकोणांच्या प्रत्येकी दोन बाजू सुट्या होतील. त्यांतील एक सोडून एक चार त्रिकोन बाहेरच्या बाजूला दुमडा तर उरलेले चार आतील बाजूस दुमडा. कागदाच्या बशीची गोल भिंगरी तयार होईल.



- ही स्वतःभोवती फिरू शकणारी कागदाची भिंगरी वारा वाहत असताना चांगली फिरते. प्रथम ही भिंगरी सपाट जमिनीवर बशीच्या कडांवर ठेवून हाताने गती देऊन गोल फिरवा.
- हवेची वाहणारी दिशा शोधण्यासाठी तुमच्या हाताचे बोट एका बाजूला पाण्याने भिजवून हवेत धरा. जर वारा बोट्याच्या भिजलेल्या बाजूच्या दिशेने वाहत असेल तर चटकन गार वाटते. (उदा. ओला भाग पूर्वेला धरल्यावर गार वाटले तर वारा पूर्वेकडून पश्चिमेला वाहतो आहे.) वाऱ्याच्या उलट दिशेने तितके चटकन थंड वाटत नाही. किंवा एक बारीक दोऱ्याचा तुकडा चिमटीत धरा. दोरा वाऱ्याच्या दिशेने उचलला जाईल.
- सपाट जमिनीवर ही भिंगरी कडांवर उभी धरून सोडा. सायकलच्या चाकाप्रमाणे गोल फिरत भिंगरी लांबवर जाईल. हवेत आडवी धरली तरीही जोराने फिरत जाईल. वाऱ्याच्या उलट दिशेला सोडली तर काय होत पाहा. ही भिंगरी तुम्हांला तुमच्या मित्राच्या दिशेने सोडता येते का?

त्रिकोणी पट्ट्यांमुळे हवेच्या झोताला लंब दिशेने विरोध होतो आणि कागदाच्या बशीची भिंगरी चांगली फिरते. पवनचक्कीचे तत्त्व असेच आहे. वाऱ्याच्या दिशेने हवामानात बदल घडतात. ठरावीक दिशेने वारा वाहत राहतो. पृथ्वीच्या वातावरणात असे सहा विभाग आहेत. उदा. विषुववृत्तावर वाहणारे व्यापारी वारे (ट्रेड विंड्स) पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहतात. समुद्रकिनाऱ्यावर दिवसा जमीन तापून हवा वर जाते आणि पाण्यावरचे तुलनेने जे थंड वारे जमिनीच्या दिशेने वाहतात त्यांना 'खारे वारे' म्हणतात. रात्री जमीन चटकन थंड होते. पण पाणी मात्र उबदार असते तेव्हा जमिनीवरून समुद्राच्या दिशेने वारे वाहतात, त्यांना 'मतलई वारे' म्हणतात. कोळी, नावाडी या वाऱ्यांच्या दिशेचा उपयोग करून शिडाच्या होड्या हाकारतात. पृथ्वीवरील वारे ठरावीक वेळेला ठरावीक दिशेने वाहतात. याची दोन प्रमुख कारणे आहेत. पृथ्वी स्वतःभोवती पूर्वेकडून पश्चिमेला फिरते तेव्हा सोबत हवा ओढते. तसेच ध्रुवीय थंड प्रदेशातून विषुववृत्तावरील गरम भागात हवा वाहते. अशा रितीने वाऱ्याचे प्रवाह तयार होतात.

वीज चमकते आकाशी



पावसाळ्यात जोराचे वारे सुटले किंवा वळवाचा पाऊस आला की आकाशात विजा चमकू लागतात. उंच आकाशात चमकणारी वीज आपल्यापासून असते तरी किती दूर? अगदी सोपे आहे हे अंतर मोजायला! एका सोप्या कृतीच्या साहाय्याने हे अंतर आपण मोजायला शिकू या.

कृती :

- वीज चमकून प्रकाश दिसला की एक बकरी, दोन बकऱ्या, तीन बकऱ्या... असे मोजा. (एक बकरी हा शब्द उच्चारायला एक सेकंद लागतो.) वीज चमकल्यापासून गडगडाट ऐकू येईपर्यंत किती सेकंद वेळ लागतो पाहा.
- तीन सेकंद वेळ गेला तर वीज चमकलेली जागा एक कि.मी. अंतरावर आहे. आवाजाचा वेग ३३० मीटर प्रतिसेकंद आहे. म्हणजेच ३ सेकंदांत आवाज सुमारे एक किलोमीटर प्रवास करतो. या प्रमाणात अंतर काढता येते. (आवाजाचा म्हणजे ध्वनिलहरींचा वेग हवेच्या तापमानावर अवलंबून असतो. तापमान वाढले की वेग वाढतो.)
- वादळ होण्यापूर्वी विजा चमकतात. विजा चमकताना दर पाच ते दहा मिनिटांच्या अंतराने, वीज चमकलेल्या जागेचे तुमच्यापासून अंतर मोजा. अंतर वाढले असेल तर वादळ तुमच्यापासून दूर जाते आहे. अंतर कमी झाले असेल तर वादळ तुमच्या दिशेने येत आहे.

वीज चमकल्यावर निर्माण झालेला विद्युत्भार जमिनीकडे वाहतो. वाटेत जो सर्वांत उंच बिंदू वहनासाठी मिळतो त्यातून वीज जमिनीत पोचते. उंच इमारतींना धातूची पट्टी जोडून आणि इमारतीपेक्षा उंच बिंदू ठेवून वीज जमिनीत पोचवतात. या पट्टीमुळे उंच इमारतींना हानी पोचत नाही. माळावर विजा कडकडत असताना झाडाखाली उभे राहण्याऐवजी सखल जागी जमिनीवर चक्क झोपले तर विजेपासून संरक्षण मिळते.

ढगातील कणांच्या होणाऱ्या घर्षणामुळे, वा दोन ढगांच्या घर्षणामुळे विरुद्ध प्रकारचे विद्युत्भार तयार होतात. रेशीम आणि प्लॅस्टिकच्या घासण्याने जशी स्थिर विद्युत् निर्माण होते, त्याप्रमाणे हे विद्युत्भार निर्माण होतात. दोन ढग किंवा ढग आणि जमीन यांमध्ये प्रचंड प्रमाणावर विद्युत्भार आकर्षण निर्माण होऊन विजेचा पहिला लोळ उत्पन्न होऊन जमिनीच्या दिशेने येतो. या विजेच्या लोळाचा पुन्हा प्रतिलोळ निर्माण होऊन जमिनीवरून ढगाच्या दिशेने जातो. ही क्रिया अनेकदा घडते. पण प्रत्येक वेळी त्याची तीव्रता कमीकमी होत जाते. ही क्रिया एका सेकंदापेक्षा कमी वेळात घडत असल्याने आपल्याला चमकती जमिनीपर्यंत पोचलेली एक मोठी वेडीवाकडी रेषा दिसते. दोन ढगांमध्ये वीज चमकते तेव्हा हीच क्रिया घडते. आणि आपल्याला ती एकत्रित दिसते. पहिल्या विजेच्या लोळाचा वेग २६०० कि.मी. प्रतिसेकंदपर्यंत असतो, तर प्रतिलोळाचा वेग तब्बल १४०,००० कि.मी. प्रतिसेकंद असू शकतो. वीज पडते तेव्हा तिचा मध्यभाग बोटभर रुंदीचा असतो, पण एकत्रित लांबी ३० कि.मी. इतकी मोठीदेखील आढळलेली आहे. विजेच्या लोळाचे तापमान ३०,०००° सेल्सिअसपर्यंत असू शकते. विजेच्या उच्च तापमानामुळे हवा प्रचंड तापते आणि तिचे झपाट्याने प्रसरण होते. प्रसरण पावलेल्या हवेमुळे कंपने उत्पन्न होतात आणि वीज कडाडल्याचा आवाज येतो. एकाच वेळी या क्रिया घडतात. प्रकाशाचा वेग तीन लाख कि.मी. प्रतिसेकंद तर आवाजाचा ३३० मी. प्रतिसेकंद असा त्यामध्ये फरक असल्यामुळे आपल्याला वीज चमकलेली प्रथम दिसते आणि कडाडल्याचा आवाज नंतर येतो. दररोज सुमारे ४४,००० वीजवादळे पृथ्वीवर होतात.

चक्रावणारे चक्री वादळ



हवामानशास्त्र या विज्ञानशाखेमध्ये पृथ्वीभोवती असलेले वातावरण, त्याचे घटक आणि त्यात घडणारे बदल याचा अभ्यास केला जातो.

प्रचंड मोठ्या प्रमाणात होणाऱ्या वादळांना प्रत्येक देशात वेगवेगळी नावे आहेत. भारतामध्ये चक्रीवादळ, जपानमध्ये टायफून, ऑस्ट्रेलियात विलीविलीज तर अमेरिकेत हरिकेन या नावाने ही वादळे संबोधली जातात. वाऱ्याचा वेग ११७ कि.मी. प्रति तास इतक्या जोराचा असेल तर त्यांना चक्रीवादळे (सायक्लोन) ही उपाधी मिळते. उष्ण कटिबंधात येणाऱ्या प्रदेशात ही वादळे होतात. यांच्यामुळे फार मोठ्या प्रमाणावर जीवित-वित्त, नैसर्गिक हानी होते. हवामानशास्त्रज्ञ अशा वादळांचा पाठपुरावा करण्यासाठी, त्यांवर मार्ग शोधण्यासाठी निरनिराळी नावे देतात. अशा नावांची यादी आधीच तयार करून ठेवतात. विशिष्ट मोसमात चक्रीवादळांची शक्यता वाढते.

चक्रीवादळाचे धाकटे भावंड म्हणता येईल अशी वावटळ आकाराने लहान असली आणि तिची व्याप्ती कमी असली तरी तिची तीव्रता जास्त असते. उभ्या जागेभोवती हवा वेगाने गारागारा चक्राकार फिरते. तिचा वेग ६०० कि.मी. प्रति तास इतका प्रचंड नोंदला गेला आहे. काही शेकडा मीटर लांबी असलेल्या वावटळीमुळे मोठमोठी झाडे उन्मळून पडतात, घरे, इमारती कोसळतात. मोठमोठ्या वाहनांना वावटळ उंच उडवू शकते. लांब भिरकावून देऊ शकते.

आजवर पृथ्वीवरील किमान तापमान -८९.२° सेल्सिअस इतके नोंदले गेले असून वोस्टॉक, अंटार्क्टिका येथे २१ जुलै १९८३ रोजी त्याची नोंद झाली आहे. तसेच आजपर्यंत नोंदला गेलेला तापमानाचा उच्चांक ५८° सेल्सिअस असून तो १३ सप्टेंबर १९२२ रोजी लिबिया देशात अलाझिझीया येथे नोंदवला गेला आहे.

भारतात सर्वात जास्त पाऊस चेरापुंजी, आसाम येथे पडतो; तर राजस्थानातील वाळवंटात सर्वात कमी पाऊस पडतो. जगामध्ये सर्वात जास्त पाऊस ब्युटेनेडो कोलंबिया येथे पडतो. वर्षाला सरासरी ११७७० मि.मी. पावसाची त्या जागी नोंद होते. जगामध्ये सर्वात कमी पाऊस एरिका या चिली देशातील भागात पडतो. साठ वर्षांच्या काळात त्या जागी सरासरी पाऊस वर्षाला ०.७६ मि.मी. नोंदला गेला आहे.

असे बनतात ढग!



ढग बनण्यासाठी धूळ, परागकण, काजळी इ. सूक्ष्म कण आणि थंड होणारी ओलसर हवा यांची जरूरी असते. आपणही एक प्रयोग करून बरणीतल्या बरणीत छोटासा ढग बनवू शकतो.

साहित्य : २ लिटर आकारमानाची पारदर्शक प्लॅस्टिकची गच्च झाकण असलेली मऊ बरणी, गरम पाणी, काडेपेटी, प्लॅस्टिक पिशव्या, रबरबँड, बर्फ.

कृती :

- हा प्रयोग करताना एखादी प्रौढ व्यक्ती हजर असावी.
१. प्लॅस्टिकच्या बरणीत २ सें.मी. उंचीपर्यंत गरम पाणी घाला.
 २. बरणी आडवी ठेवा. काडेपेटीतील दोनतीन काड्या पेटवून थोड्या जळू द्या. मग फुंकर घालून त्या विझवा. त्यांतून धूर येत असतानाच बरणीत धरून झाकण बंद करा. म्हणजे येणारा धूर बरणीत जाईल.
 ३. धूर येणे थांबले की पटकन बरणीचे झाकण फिरवून गच्च बंद करा. बरणी हलवून आतून सर्व बाजूंनी ओली करून घ्या.
 ४. बरणी उजेड येणाऱ्या खिडकीकडे वा दिव्याजवळ धरा म्हणजे तिचा अंतर्भाग स्पष्ट दिसेल. बरणी बाजूने दोन्ही हातांनी क्षणभर दाबा. आणि लगेच दाब काढून घ्या. आतमध्ये धुक्याप्रमाणे पांढऱ्या वाफा दिसतील. प्रत्येक वेळी बरणी दाबून सोडली की आत हलका ढग तयार झाल्याचे दिसेल.
 ५. दोन प्लॅस्टिक पिशव्या घेऊन त्या तोंडाने हवा भरून फुगवा. रबरबँड लावून त्यांची तोंडे पक्की बंद करा. एक पिशवी बर्फात तर दुसरी बाहेर ठेवा. पंधरा मिनिटांनी बर्फात ठेवलेल्या पिशवीत ढग दिसतील. दोन्ही पिशव्या बाहेर टेबलावर ठेवा. अर्ध्या तासाने थंड पिशवीतील ढग नाहीसे झालेले असतील. तापमान कमी झाले की पाण्याच्या कणांचे सांद्रीभवन होते. पिशव्या तोंडाने फुगवल्या की उच्छ्वासातील पाण्याची वाफ पिशवीत बंदिस्त होते आणि ती थंड झाली की ढग बनतो.

थंडीमध्ये श्वास बाहेर सोडला की नीट पाहा. गरम, ओलसर हवा उच्छ्वासावाटे बाहेर पडते आणि बाहेरील कमी तापमानामुळे तिचे सांद्रीभवन होऊन तोंडासमोर धुक्याप्रमाणे पांढरे दिसते. हेही 'ढग' बनण्याच्या क्रियेचे जणू लहानसे रूपच आहे.

गरम बाष्पयुक्त हवा हलकी होऊन वर गेली की थंड होते आणि ढग बनतात. गरम हवेमध्ये पाण्याचे सूक्ष्म कण जास्त प्रमाणात मावतात. थंड झाले की या कणांचे वायुरूपातून द्रवरूपात रूपांतर होते (सांद्रीभवन). एखादा घन कण असला तर पाण्याचे द्रव कण त्याभोवती चिकटतात आणि अशा असंख्य कणांच्या एकत्रीकरणामुळे ढग बनतो. हवेमध्ये धूळ, परागकण, कर्बकण, मिठाचे, क्षारांचे कण, वाहनांतून येणाऱ्या धुराचे कण, कारखान्यातून बाहेर पडणाऱ्या विविध रसायनांचे कण तरंगत असतात. त्याभोवती पाण्याची वाफ सांद्रीभूत होते आणि ढग बनतात.

वरील प्रयोगात काड्यांच्या धुरामुळे बरणीमध्ये कण आहेत. बरणी दाबल्यावर गरम पाण्यामुळे गरम असलेल्या हवेवरचा दाब वाढतो आणि हात काढल्यावर दाब एकदम कमी होतो. कमी दाबामुळे पाण्याचे कण सांद्रीभूत होतात. आणि 'ढग' बनतो. वातावरणात जमिनीलगतची हवा गरम असते आणि दाब जास्त असतो. ही हवा वर गेली की विरळ होते आणि दाब कमी होतो. त्यामुळे पाण्याच्या वाफेचे सांद्रीभवन होऊन ढग बनतात.

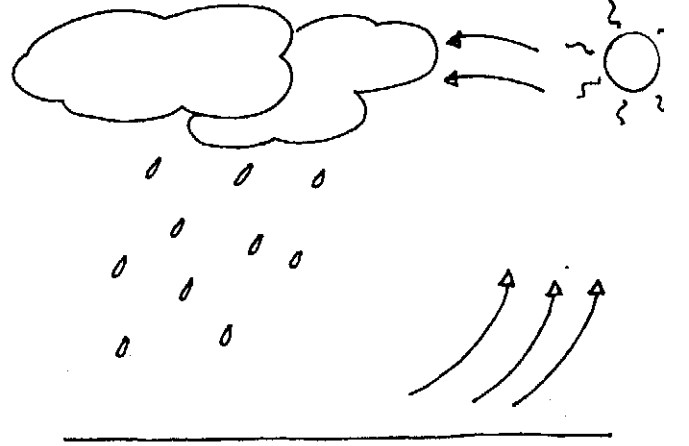
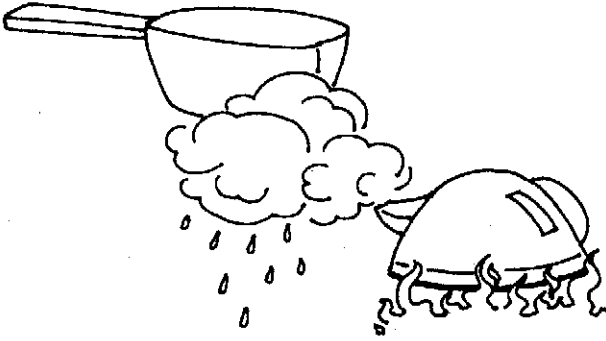
दाब या घटकाप्रमाणे तापमानावर ढगाचे बनणे अवलंबून असते. प्लॅस्टिकच्या पिशवीतील हवेचे तापमान बर्फात ठेवल्यामुळे कमी होते आणि आतील पाण्याचे सांद्रीभवन होऊन ढग बनतात. हवा पुन्हा गरम झाली की ढग नाहीसे होतात. आपल्याला वाटतात तसे ढग हलके नसतात. एका मध्यम आकाराच्या ढगाचे वजन तब्बल पाच हत्तींइतके असू शकते. जमिनीलगतची हवा जेव्हा वरती जाते, तेव्हा तापमान कमी होते आणि ढग बनतात. हीच कृती प्लॅस्टिक पिशवीत घडते. ढगाचा स्पर्श धुक्यासारखा असतो.

पेल्यातील पाण्यात बर्फाचा तुकडा घालून टेबलावर ठेवा. थोड्या वेळाने पेल्याच्या बाहेरील बाजूस पाण्याचे कण जमतील. काचेचे तापमान आतील बर्फाच्या वितळण्यामुळे कमी होते आणि थंड काचेवर हवेतील बाष्प सांद्रीभूत होऊन पाण्याचे कण दिसतात. एक तासाने पाहा. हे कण नाहीसे होतील.

येरे येरे पावसा



निसर्गात पाणी चक्राकार पद्धतीने फिरत असते. बाष्प बनून वर जाते. आणि पाऊस बनून खाली येते. किटली, भांडे, बर्फ, पाणी वापरून एका छोट्या प्रयोगातून पाऊस पडताना पाहा.



साहित्य : स्टोव्ह, किटली, पाणी, दांडा असलेले भांडे, ताटली, बर्फ.

कृती :

- मोठ्या माणसाच्या उपस्थितीत हा प्रयोग करा.
- किटलीत पाणी भरून ती स्टोव्हवर उकळत ठेवा.
- किटलीच्या नळीतून वाफ येऊ लागेल. दांडा असलेल्या रुंद भांड्यामध्ये थोडे पाणी, बर्फाचे तुकडे घाला. नळीतून येणाऱ्या वाफेवर या भांड्याचा तळ येईल अशा पद्धतीने दांडा धरा. वाफ हातावर येऊ नये याची काळजी घ्या. गरम वाफेमुळे भाजू शकते.
- भांड्याचा तळ थंड असल्यामुळे त्या जागी वाफेचे सांद्रीभवन होऊन पाण्याचे लहान लहान थेंब बनतील. ते मोठे होतील आणि खाली पडतील. अशा तऱ्हेने पाऊस पडताना पाहा.
- या प्रतिकृतीची आणि प्रत्यक्ष पाऊस पडताना घडणाऱ्या घटनांची तुलना करा. पाऊस लवकर आणि मोठा पडण्यासाठी काय बदल करावे लागतील?

सूर्याच्या उष्णतेमुळे समुद्र, नद्या, तळी, डबकी यांमध्ये असलेले पाणी, द्रवरूपातून वायुरूपात (बाष्पीभवन) बदलते. जितके तापमान जास्त असेल तितकी ही क्रिया जलद होते. पाण्याचा पृष्ठभाग जितका मोठा असेल तितके जलद बाष्पीभवन होते (याच तत्त्वानुसार कपातील चहा बशीत ओतला तर लवकर थंड होतो). वाऱ्याचा वेग जास्त असला तर तयार झालेले बाष्पकण दूर नेले जातात आणि बाष्पीभवन जलद होते. (बशीतील चहावर फुंकर मारली तर चहा लवकर थंड होतो).

पाण्याची वाफ हलकी असते म्हणून वर जाते. तापमान कमी, दाब कमी असल्याने वरच्या थरात या वाफेच्या कणांचे पुन्हा द्रवरूपात रूपांतर होते (सांद्रीभवन). हवेत असलेल्या अनेक प्रकारच्या कणांभोवती पाण्याचे कण चिकटतात आणि असे असंख्य कण एकत्र येऊन ढग बनतात. पाण्याचे कण एकमेकांना जोडत गेले की त्यांचे वजन वाढते आणि ते हवेपेक्षा जड होतात. पाण्याचे थेंब बनून पाऊस पडतो. काही वेळा ढग इतक्या उंचीवर पोचतात की थंड हवेमुळे पाण्याचे बर्फ बनते आणि जड होऊन बर्फवर्षाव (स्नोफॉल) होतो. पडलेला पाऊस वाहत तळी, डबकी, नद्या, समुद्र यांमध्ये जातो. आणि अशा पद्धतीने पाण्याचे नैसर्गिक चक्र पूर्ण होते.

हवामानातील आकस्मिक बदल कसे घडतात? —

भविष्यातील हवामान कसे ओळखणार?



प्रचंड मोठ्या प्रमाणावर थंड हवा आणि गरम हवा एकमेकांसमोर ढकलत उभी राहिली तर हवेचे झोत निर्माण होतात. पाऊस पडतो, विजा कडकडतात आणि वादळे होतात. त्याबद्दलची माहिती या कृतीतून जाणून घ्या.

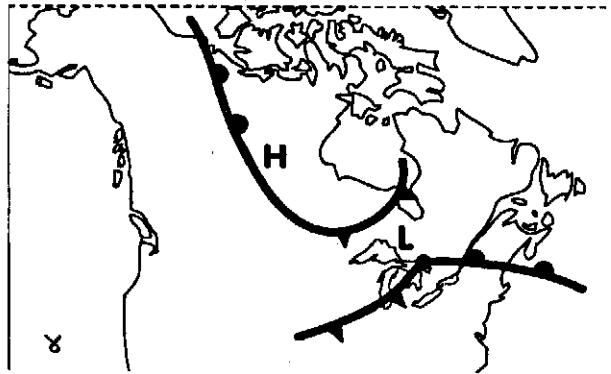
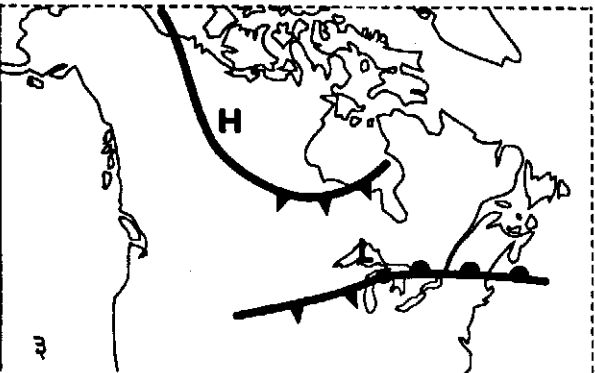
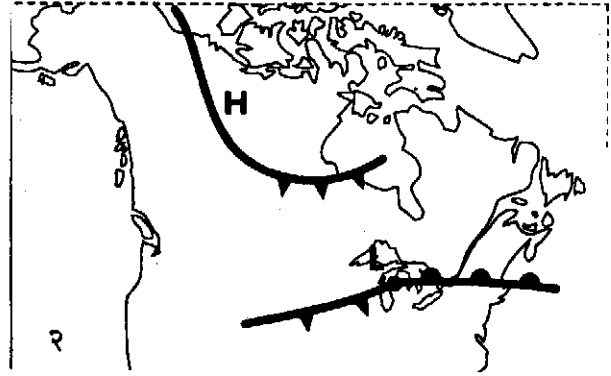
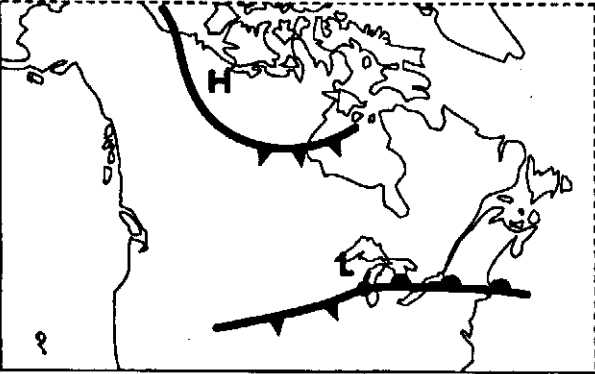
साहित्य : खालील व पुढील पानांवरील चौकटींच्या तीन प्रती (झेरोक्स), एकत्र टाचण्यासाठी पिना, कात्री.

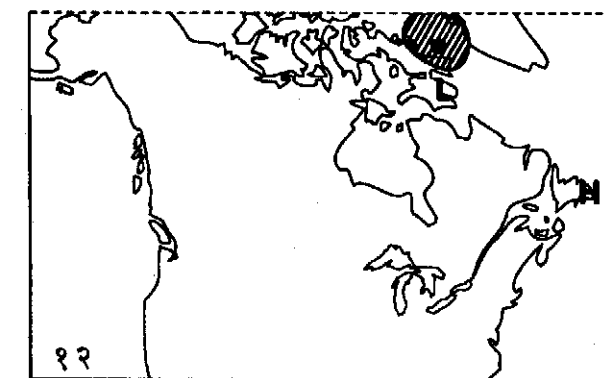
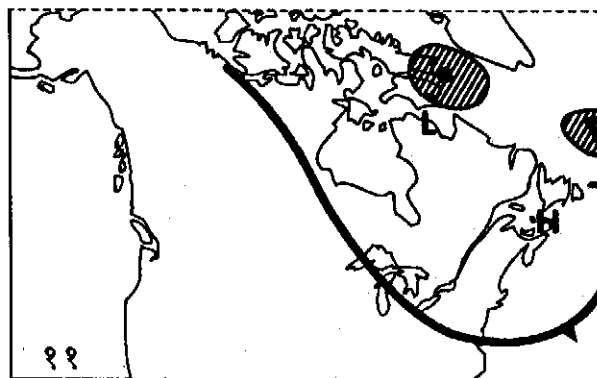
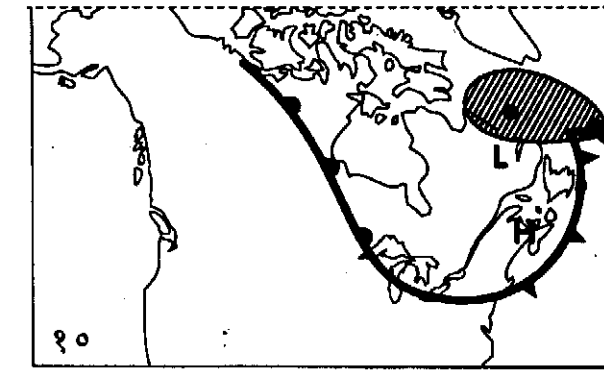
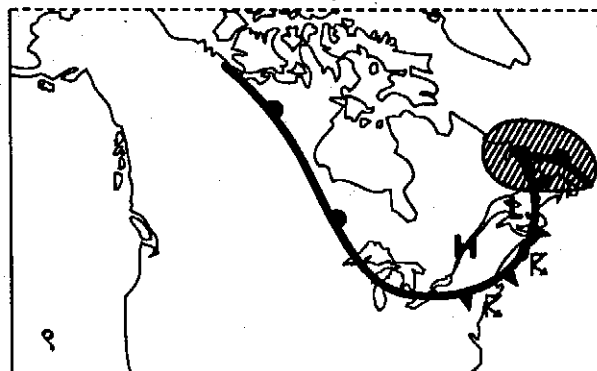
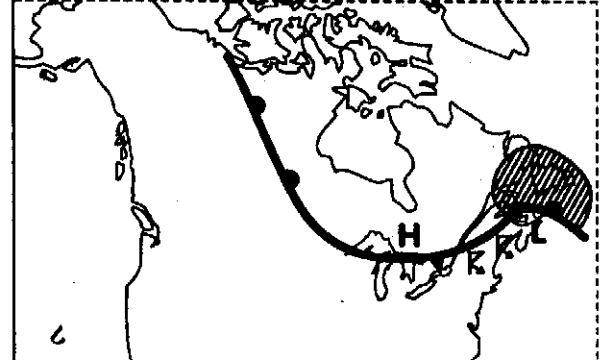
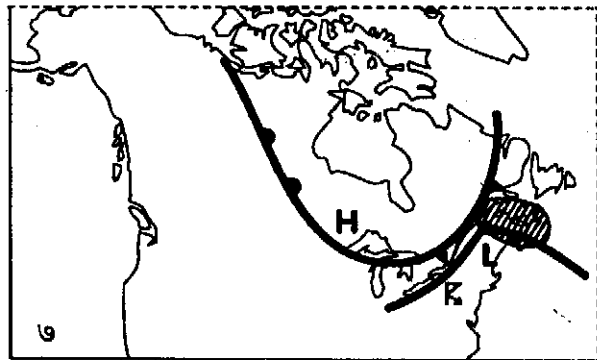
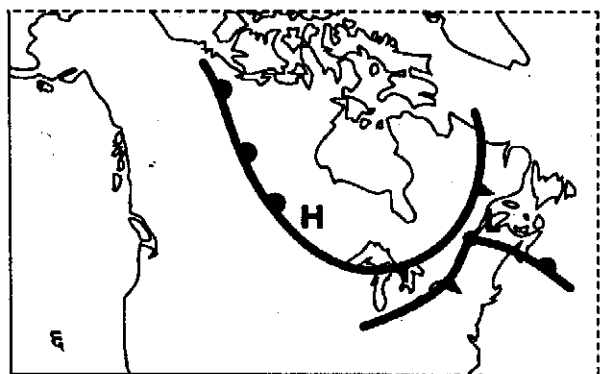
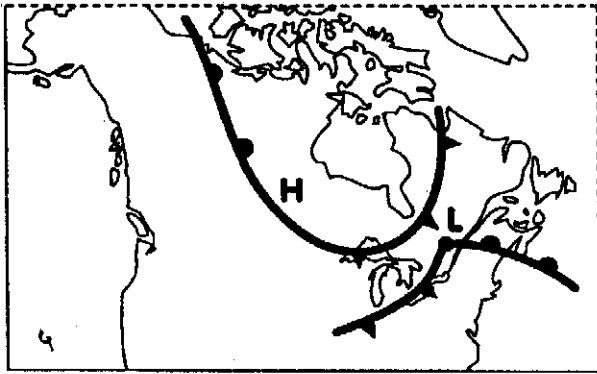
कृती :

१. खाली व पुढील पानांवर एकूण बारा चौकटी आहेत. त्यांना १ ते १२ क्रमांक दिलेले आहेत. तीन प्रतींच्या मिळून ३६ चौकटी होतात. त्यांची पुस्तिका बनवून पाने भराभरा उलटली तर हलत्या चित्रांची संख्या जास्त असल्याने डोळे प्रतिमा नेमकी पकडू शकतात.
२. पानांवरील आणि त्यांच्या प्रतींवरील टिंबरेषेवरून कात्रीने कापून ३६ चौकटी स्वतंत्र करा. १ क्रमांकाच्या तीन चौकटी, मग दोन क्रमांकाच्या तीन चौकटी असे करत ३६ पानांची चळत रचा. आकडे लिहिलेल्या डाव्या बाजूला पिनांनी टाचून घ्या (स्टेपलर वापरा).

३. आता एक छोटी ३६ पानी पुस्तिका तयार होईल. ही पुस्तिका हातात धरून तिची पाने भराभरा उलटली तर आतील चित्रे हलताना दिसतात. थोड्या सरावाने ती योग्य वेगाने भराभरा उलटून चित्र सलग हलताना पाहता येते. थंड हवेचे प्रचंड मोठे वस्तुमान तितक्याच मोठ्या गरम हवेच्या वस्तुमानाला भिडते आणि पाऊस पडताना दिसतो.
४. या पानांचा आणखी एक संच तयार करा आणि त्यावर क्रमांक न लिहिता सर्व चौकटी एकमेकांत मिसळा. चौकटी पाहून तुम्हांला त्या क्रमवार लावता येतात का? एका हातात एकत्र धरून दुसऱ्या हाताने पाने फरफटवली तर सलग चित्रे हलून पाऊस पडताना दिसतो का?

जमिनीलगतची गरम हवा आणि वरच्या थरातील थंड हवा एकमेकांची जागा घेण्यासाठी जोराने ढकलत वाहतात. काही ठिकाणी थंड हवेचे प्रचंड मोठे वस्तुमान बहिर्गोल होऊन गरम हवेला खाली ढकलत तिची जागा घेते आणि गरम हवा वाट काढत वर जाते. काही ठिकाणी गरम हवेचा वरच्या दिशेने वेग वाढतो आणि आकार बहिर्गोल होतो. थंड





H जास्त दाब **L** कमी दाब **R** वादळी पाऊस  थंड एअरमास  गरम एअरमास  पाऊस

हवेला ढकलत गरम हवा वर जाते. पहिल्या प्रकारात विजा कडकडणे, वादळे होणे संभवते तर दुसऱ्या प्रकारात थोडा किंवा जास्त पाऊस पडतो. (आकृती क्रमांक १ व २ पाहा.)

दररोज चार वेळा, वर्षभर जगातील सर्व हवामान केंद्रे आपल्या उपकरणांमध्ये हवेतील बदलाची नोंद करतात. उपग्रहांवरून वातावरणाची घेतलेली छायाचित्रे आणि या नोंदी यांच्या एकत्रीकरणाने हवामानाचे नकाशे बनवले जातात. या नकाशांवरून महत्त्वाच्या ठिकाणी हवामान कसे आहे हे समजते. तसेच पुढील चोवीस तासांत हवामान कसे असेल याचाही अंदाज करता येतो. दूरचित्रवाणीवरील बातम्यांमध्ये शेवटी हवामानाचे नकाशे दाखवून मोठ्या शहरांतील, देशातील विविध भागांचे त्या त्या दिवसाचे हवामान सांगितले जाते. या नकाशांच्या आधारे दुसऱ्या दिवशीच्या हवामानाचा अंदाजही सांगितला जातो.

आता सर्व नोंदी, नकाशे संगणकाच्या साहाय्याने केले जातात. त्यामुळे हवामानाचा अंदाज अचूकपणे वर्तविला जातो.

या पुस्तिकेमध्ये अगदी सोप्या रेषांनी हवामानाचा नकाशा काढलेला आहे. हवेचा फार मोठा भाग अगदी थंड प्रदेशावर

फार काळ राहतो तेव्हा त्याचे तापमान अगदी कमी होते. सुमारे एक कोटी चौरस कि.मी. इतक्या मोठ्या भूभागावरील हवेचे तापमान आणि आर्द्रता त्या भागाइतकी होते. दाबही वाढतो. कमी तापमानामुळे या हवेची घनता जास्त असते. अशा हवेच्या प्रचंड वस्तुमानाला 'एअरमास' असे म्हणतात. दोन्ही ध्रुवांवरील वातावरणात अशा पद्धतीचे एअरमास तयार होतात. त्याचप्रमाणे विषुववृत्तीय भागात आणि उष्ण कटिबंधात गरम हवेचे (जास्त तापमान, कमी दाब) एअरमास तयार होतात. ते ज्या जागी एकमेकांना भिडतात त्या जागी ज्या एअरमासमध्ये जास्त ऊर्जा असते तो बहिर्गोल आकारात दुसऱ्याला रेटतो. दोन प्रचंड मोठे एअरमास जागेची अदलाबदल करण्याचा प्रयत्न करतात, तेव्हा हवामानात मोठे बदल घडतात. वादळे, विजा कडाडणे, पाऊस कोसळणे, वारा वेगाने वाहणे, वावटळी उठणे इ. ठळक बदल यामुळे घडतात. हवामानाचे योग्य नकाशे बनवले तर या बदलांची पूर्वसूचना मिळून फार मोठी हानी टाळता येते. ही क्रिया सतत घडत असल्याने काही ठिकाणी हवेचे प्रवाह निर्माण झाले आहेत.

आपल्या परिसरातील हवामान आहे कसे?

उन्हाळ्यात दुपारी इतरत्र तापमान जास्त असले तरी झाडांच्या सावलीत मात्र ते कमी असते. ही सावली पाण्याजवळ असेल तर आणखी कमी असते. लहानशा भूभागावर हवामानात बदल दिसून येतात त्यांची नोंद करा.

साहित्य : तापमापक, कागद, पेन्सिल, छायामापक (प्रकाशाची तीव्रता मोजणारे यंत्र).

कृती :

१. एका लहान भूभागावरील वेगवेगळ्या तापमानाच्या

हवामान हे त्या ठिकाणच्या रोजच्या नोंदीशी निगडित असते. ठरावीक मोसमात ठरावीक दिवशीचे तापमान, वारा, आर्द्रता, पावसाचे प्रमाण त्या भागातील हवामानाचे निदर्शक आहेत. रोजच्या नोंदीत फरक असला तरी सर्वसाधारणपणे एखाद्या जागेचे तापमान कमी असले तर ते थंड हवेचे ठिकाण आहे असे आपण म्हणतो, तर काही जागा उष्ण म्हटल्या जातात.

शहर कोणत्या अक्षांशावर वसले आहे यावर तेथील हवामान अवलंबून असते. विषुववृत्ताजवळील उष्ण कटिबंधातील भूभाग उष्ण गणले जातात. समुद्रकिनार्यावरील गावे आर्द्रता जास्त असल्याने तापमान कमी असले तरी घाम जास्त येतो आणि हवामान आर्द्र असते. काही ठिकाणी समुद्रातील प्रवाह त्या भागाचे तापमान ठरवतात. एकाच अक्षांशावरील गावे त्यामुळे वेगवेगळ्या तापमानावरच नव्हे तर हवामानाच्या बाबतीतही बराच फरक असलेली आढळतात. भूभागाची समुद्रसपाटीपासून उंची, जंगले, टेकड्या, जमिनीची प्रत असे काही घटक हवामानात बदल घडवतात.

सूक्ष्म हवामान हे लहान भूभागावर आढळणारे तापमान, आर्द्रता आणि प्रकाश यांतील बदलांची नोंद घेते. जेव्हा गावाचे तापमान म्हटले जाते तेव्हा ते मोकळ्या जागी घेतलेले असते. सावलीत, उंचीवर अशा जागी त्यात बदल घडतो. घाटमाथ्यावर आणि खाली उतरल्यावर तापमानात पडणारा फरक लक्षणीय असतो. एका लहान भूभागावर वेगवेगळ्या जागी १६° सेल्सिअस ते ५१° सेल्सिअसपर्यंत तापमानाची नोंद केली गेली तर त्या जागेचे अधिकृत तापमान ३१° सेल्सिअस होते. सूक्ष्म हवामानावर त्या भूभागावरील झाडे, प्राणिजीवन ठरते.

- जागा प्रथम निश्चित करा. उघड्या जागा, झाकलेल्या जागा, झाडाची सावली, पाण्याच्या टाकीखालील, झुडपांच्या खालील, गच्चीमधील, जिन्याखालील अशा जागांची नोंद करून त्या ठिकाणचे तापमान घ्या.
२. प्रत्येक जागी तापमान घेताना प्रथम जमिनीलगत घ्या. त्यानंतर जमिनीपासून दीड मीटर उंचीवर पुन्हा घ्या. वारा वाहत नसताना आणि वाहत असताना तापमानात फरक पडतो का? तापमान घेताना तापमापक त्या जागी पाचदहा मिनिटे स्थिर ठेवा आणि मग तापमान पाहा. त्यामुळे योग्य तापमान नोंद होईल. झाडावरील अथवा जमिनीतील भोके शोधा. आत आणि बाहेर तापमान सारखेच आहे का? वेगवेगळ्या पृष्ठभागावरचे तापमान घ्या. दगडावर, गवतावर, मातीवर, फरशीवर, वाळूमध्ये तापमापक ठेवून तापमानाची नोंद करा.
३. छायामापक वापरून प्रकाशाची तीव्रता कमीजास्त

असलेल्या जागी नोंदी घ्या. प्रकाशाची तीव्रता आणि तापमान यांमध्ये संबंध आहे का?

४. त्या भूभागावरती असलेल्या वनस्पती नोंदवा. गवत, झुडपे, मोठी झाडे, रोपे इ. चे वास्तव्य तापमानावर अवलंबून असते का?
५. त्या भूभागावरील सर्वात जास्त तापमान असलेली जागा, कमी तापमानाची जागा, जास्त प्रकाशाची जागा, कमी प्रकाशाची जागा, ओली किंवा कोरडी जागा कोणती आहे? जागेवरती जमिनीलगत व उंचीवर तापमानात फरक आहे का? भूभागाचा कच्चा नकाशा कागदावर काढून वेगवेगळ्या तापमानाच्या आणि प्रकाशाच्या नोंदी करा. हा सूक्ष्म हवामानाचा नकाशा ओळीने काही दिवस काढून त्यातील बदल नोंदवा. बदल आढळतात का?

मोजू या वेगवेगळे हवामानाचे घटक

हवामानशास्त्राच्या या विभागात आपल्या भागातील हवामानाबद्दल माहिती मिळवण्यासाठी घरगुती उपकरणे कशी बनवावीत याची प्रात्यक्षिके आहेत. हवामान केंद्रामध्ये हवेच्या घटकांबद्दल नोंद करून पुढील बदलाचा अंदाज व्यक्त करता येतो. ते हवेचे घटक साधारणपणे शोधून काढण्यासाठी या उपकरणाचा उपयोग करता येईल. तापमान, वाऱ्याचा वेग, वाऱ्याची दिशा, ऋतू, आर्द्रता, दाब इ. घटकांवर हवामान अवलंबून असते. यांतील काही घटक ठाऊक असले तर दुसऱ्या दिवशीच्या हवामानाबद्दल अंदाज सांगता येतो. तापमापक आणि दाबमापक असले तर हा अंदाज जास्त अचूक असतो.

पूर्वी फक्त याच घटकांवर अवलंबून हवामानाचे अंदाज व्यक्त केले जात. दर सहा तासांनी वाऱ्याचा वेग, दिशा, दाब, तापमान इत्यादी नोंदी घेत आणि त्यावरून नकाशे बनवत. या नकाशांचा अभ्यास करून आगामी हवामान वर्तवले जाई. अलीकडे खास हवामानाची टिपणे घेण्यासाठी अवकाशात उपग्रह सोडले जातात. खूप मोठ्या विभागावरील ढगांची छायाचित्रे हे उपग्रह घेतात आणि पृथ्वीवर पाठवतात. ठरावीक वेळेच्या अंतराने घेतलेले दोन फोटो ढगांची हालचाल स्पष्टपणे दाखवतात आणि पुढील हालचाल समजू शकते. ह्या माहितीचे संगणकाच्या साहाय्याने विश्लेषण करून हवामानाबद्दल अचूक अंदाज करता येतो. या छायाचित्रांसोबत पारंपरिक पद्धतीने

बनवलेले नकाशे वापरून भविष्यातील स्थानिक हवामानाबद्दल माहिती मिळू शकते.

पुढील पानांमध्ये हवामान केंद्राला लागणारी प्रमुख उपकरणे व त्यांचे कार्य याबद्दल कृती आहेत. तापमापक बनवणे यापासून सुरुवात केलेली आहे. आजारी पडल्यावर ताप पाहण्यासाठी डॉक्टर वापरतात तो तापमापक सर्वांना ठाऊक असतो. त्याप्रमाणे हवेचे तापमान घेण्यासाठी तापमापक कसा बनवायचा हे आपण शिकणार आहोत. दाब मोजणे, आर्द्रता मोजणे, वाऱ्याचा वेग व दिशा मोजणे, ढगांचा प्रवास अभ्यासणे इ. उपकरणे बनवायला सोपी आणि वापरायलाही सोपी आहेत. या सर्वांचा वापर करून नोंदी केल्या तर हवामानाचे जुजबी अंदाज व्यक्त करता येतात. तसेच घडणाऱ्या बदलांचे तक्ते बनवता येतात आणि एका सलग कालावधीसाठी (महिना वा आठवडा) हवामानाचा अभ्यास करता येतो.

पहिल्या दोन भागांत पाऊस कसा पडतो, ढग कसे बनतात इ. पाहिले असल्याने या विभागातील प्रयोग आणि माहितीची नोंद घेणे इ.मुळे हवामानशास्त्राची प्राथमिक कल्पना येईल.

सुट्टीमध्ये मुलांचा गट करून असा उपक्रम सलग काही आठवडे राबवता येईल. संधी मिळेल तेव्हा जवळच्या सरकारी हवामानकेंद्राला भेट देऊन मुलांना प्रत्यक्ष उपकरणांमधील आणि त्यांनी बनवलेल्या उपकरणांमधील साम्य पाहता येईल.

तापमानाचे हवामानावर कोणते परिणाम होतात?



तापमान हा हवामानाचा महत्त्वाचा घटक आहे. प्रथम प्रयोगशाळेत वा बाजारात मिळणारा तापमापक वापरून हवेचे तापमान पाहा आणि मग तुमचा घरगुती तापमापक बनवा.

साहित्य : दोन तापमापक, मोकळे खोके, चिकटपट्टी, पट्टी, प्लॅस्टिकची बाटली, प्लॅस्टिकची पारदर्शक नळी (स्ट्रॉ), पाणी, खाण्याचा लाल रंग, कागदी रुमाल, लांबी, पुठ्या, कागद-पेन्सिल, वाहनात किंवा यंत्रात वापरतात ते तेल, आलेख कागद.

कृती :

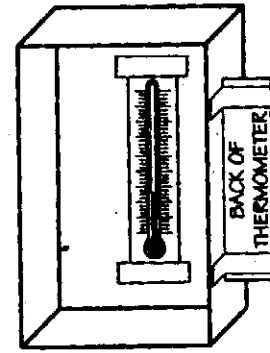
- जेथे सूर्यप्रकाश सरळ पडतो अशा पाचसहा जागा थोड्या थोड्या अंतरावर निवडून त्या जागांचे तापमान घ्या. त्याचप्रमाणे सावलीतील पाचसहा जागा निवडा आणि त्या जागी तापमान घ्या.
- वेगवेगळ्या वेळी हवेचे तापमान घ्या. पहाटे, सकाळी, दुपारी, उन्हे उतरल्यावर, सायंकाळी अशा वेगवेगळ्या वेळी तापमान आणि वेळ यांची नोंद करा. दिवसातील तापमान किमान असण्याची वेळ कोणती? अधिक तापमानाची वेळ कोणती? दिवसाचे सरासरी तापमान काढण्यासाठी पाच वेळा तापमान घेतले असेल तर सर्वांची बेरीज करून पाचवे भाग घ्या. या तापमानावरून दिवस गरम आहे का थंड, किंवा मध्यम हे तुम्ही सांगू शकता.



- पाणी उकळते
- उन्हाळ्यातील उकाड्याचा दिवस
- पाण्याचा गोठणबिंदू
- कडाक्याच्या थंडीचा दिवस

- जोराचे वारे सुटलेले असतात तेव्हा तापमानावर परिणाम होतो. दोन्ही तापमापकांतील नोंदी सारख्या आहेत याची प्रथम खात्री करून घ्या. घरामध्ये दोन्ही तापमापक एकच नोंद दाखवतील. खोक्याचे झाकण काढा आणि एक तापमापक चिकटपट्टीच्या साहाय्याने तळाशी चिकटवा. दुसरा तापमापक त्याच तळाशी बाहेरून चिकटवा. हा खोका बाहेर न्या आणि खोक्याबाहेरील

तापमापक वारा वाहत आहे त्या दिशेने ठेवा. आतील तापमापकाला खोक्यामुळे अजिबात वारा लागणार नाही. तापमापक सरळ सूर्यप्रकाशात न ठेवता सावलीत ठेवा. दोन्ही तापमापकांमध्ये फरक आढळेल. थंडीमध्ये हा फरक जास्त असेल. वाऱ्याचा तापमानावरील परिणाम स्पष्टपणे कळण्यासाठी तळाच्या पाऱ्याच्या भागाला ओले करा. तापमानातील फरक वाढलेला दिसून येईल.



- तापमापक तयार करण्यासाठी साध्या पण स्वच्छ पाण्याने बाटली भरा. पाण्यामध्ये थोडासा खाण्याचा लाल रंग टाका. बाटली बाहेरून स्वच्छ पुसा. प्लॅस्टिकची नळी बाटलीच्या तोंडातून अर्धी आत घाला. लांबी वापरून ती भरून बाटलीचे तोंड बंद करा. नळीत बाजूने हवा जाणार नाही याची काळजी घ्या. आता लांबी थोडी आत ढकला. आत ढकलल्यावर हवेच्या दाबामुळे रंगीत पाणी नळीत वर चढू लागेल. नळीतून तीनचार थेंब यंत्रतेल घाला म्हणजे बाटलीतील पाण्याचे बाष्पीभवन होणार नाही. कागदाची उभी पट्टी कापून त्यावर एक ते दहा अशा आडव्या रेषा समान अंतरावर

वाऱ्यामुळे हवेचे तापमान कमी होते. त्यामध्ये किती फरक पडतो यावर थंडपणा अवलंबून असतो. थंडीच्या दिवसांत वारा असेल तर तापमान आणखी कमी भासते. प्रत्यक्षात वाऱ्याने तापमान कमी होत नाही. पण वाऱ्यामुळे उष्णता सतत पसरली जाते आणि थंड वाटते. तापमापकात कदाचित तोच आकडा राहिल, पण थंडपणा जाणवतो. बोट एका बाजूने ओले करून वाऱ्यावर धरले तर पाण्याच्या थेंबाचे वाऱ्यामुळे बाष्पीभवन होते आणि त्यासाठी बोटाला उष्णता घेतली जाते. हाच प्रकार पाऱ्याच्या फुग्याला ओले केले की होतो आणि तापमान कमी दर्शविले जाते.



काढा आणि पट्टी नळीला चिकटपट्टीने चिकटवा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे घरगुती तापमापक तयार होईल. पाणी नळीत जितके वर चढेल तितके तापमान जास्त आहे. वेगवेगळ्या उष्ण आणि थंड जागी बाटली ठेवून तापमान पाहा. बाटलीभर पाणी असल्यामुळे तापमान चढायला वा उतरायला वेळ लागेल. तेव्हा पुरेसा वेळ बाटली सावलीत वा उन्हात ठेवून मगच तापमान घ्या. त्या जागी पाण्याचा तापमापक ठेवून तुम्ही कागदावरील खुणा तापमानाशी निगडित करू शकता.

५. सकाळी नऊ ते संध्याकाळी पाच वाजेपर्यंत दर तासाला पाण्याचा तापमापक वापरून हवेचे तापमान घ्या आणि केलेल्या नोंदीचा साधा आलेख काढा. अशा नोंदी आणि आलेख आठवडाभर रोज घ्या. प्रत्येक दिवशी

तापमानात बदल कसे घडतात ते आलेखावरून कळून येईल. पुढील आठवड्यात ठरावीक वेळी तापमान किती असेल याचा अंदाज करून लिहून ठेवा. सकाळच्या तापमानाचा आणि दुपारच्या तापमानाचा संबंध कळला की अंदाज व्यक्त करता येतो. प्रत्यक्ष तापमान तितकेच आहे का, तुमचा अंदाज कितपत बरोबर आहे याचा पडताळा घ्या.

सूर्याच्या प्रकाशकिरणांबरोबर उष्णता पृथ्वीवर येते आणि हवा तापते. सूर्य मावळला की उष्णता पसरते आणि तापमान कमी होते. चोवीस तासांत सूर्योदयापूर्वी तापमान सर्वात कमी असते. कारण रात्रभर पृथ्वी थंड होते. विकतचे तापमापक एका काचेच्या नळीने बनलेले असतात. टोकाशी फुगा असतो. त्यामध्ये पारा किंवा मद्यार्क भरलेला असतो. तापमानाप्रमाणे तो द्रव आकुंचन वा प्रसरण पावतो. वरती असलेल्या केसासारख्या बारीक नळीतील द्रवाची पातळी त्याप्रमाणे कमीजास्त होते आणि काचेवरती असलेल्या आकड्यावर स्थिर होते. हे तापमापक अचूक तापमान देतात. घरगुती बाटलीचा तापमापक याच तत्त्वावर कार्य करतो.

तापमान घेताना तापमापक नेहमी सावलीत असावा कारण सरळ ऊन तळाशी असलेल्या फुग्यावर पडले तर काच तापते आणि हवेपेक्षा जास्त तापमानाची नोंद होते. तसेच तापमान घेताना काही काळ तापमापक त्या ठिकाणी स्थिर ठेवून मग तापमानाची नोंद करावी, कारण काचेतून पारा वा मद्यार्कापर्यंत उष्णता पोचून प्रसरण होण्यासाठी काही मिनिटे लागतात.

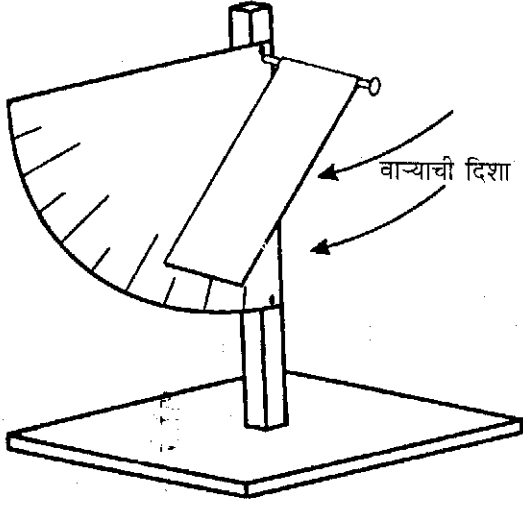
अबब, वाऱ्याचा वेग मोजणार तरी कसा?

हवा वाहायला लागली की त्याला वारा म्हणतात. वाऱ्याचा वेग शोधण्यासाठी जे उपकरण वापरतात त्याला 'अॅनेमोमीटर' म्हणतात. वायुवेगाने एखादी दुचाकी जात आहे असे आपण नेहमीच म्हणतो. जो वेग मोजता येत नाही, त्याला वायुवेग असे म्हटले जाते. पण वाऱ्याचा वेगदेखील आपण मोजू शकतो. तोही आपण स्वतः बनवलेल्या उपकरणाने!

साहित्य : लाकूड, हातोडा, खिळे, लोखंडी लांब खिळा, पातळ पुड्डा, दिशादर्शक पातळ अॅल्युमिनियमचा पत्रा, चिकटपट्टी, कात्री, पेन्सिल, कागद.

कृती :

- लाकडी फळीवर एक लाकडी दांडा उभा करा. कागदावर मोठा गोल काढून कापून घ्या आणि दोन वेळा दुमडून $1/4$ आकाराचा तुकडा कापा. हा तुकडा पुड्ड्यावर चिकटवा आणि दांड्याला लहान खिळे वापरून आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे ठोका. वरच्या टोकाला लांब खिळा ठोका. अॅल्युमिनियमच्या पातळ पत्र्याची पट्टी कापा आणि खिळ्याभोवती दुमडून अडकवा. पट्टीचे दोन भाग चिकटपट्टीने चिकटवा. पट्टी खिळ्याभोवती सहज फिरावी आणि तिचे कोनात फिरणे वर्तुळाकार पुड्ड्यावर



हवा नेहमी जास्त दाबाकडून कमी दाबाच्या भागात वाहते. दाबामधील फरक जितका अधिक असेल तितका वाऱ्याचा वेग वाढतो. अशा तऱ्हेने हवा अधिक दाबाच्या भागाकडून कमी दाबाच्या भागात वाहून गेली की वारा थंडावतो. कारण आता दाब एकसमान झालेला असतो. हवामान केंद्रामध्ये 'अॅनेमोमीटर' धातूच्या पातळ पात्यांनी बनलेला असतो. वाऱ्याच्या वेगानुसार ही पाती फिरतात आणि मधला दांडा गोल फिरतो. या दांड्याच्या फिरण्यावरून वाऱ्याचा वेग ओळखता येतो.

बोफोर्टने वाऱ्याचा आसमंतावर होणारा परिणाम पाहून माप बनवले आहे. हे जमिनीवर वापरले जाते. समुद्रावर जहाजे हाकारताना वाऱ्याचा वेग कळणे महत्त्वाचे असते. लाटांच्या उंचीवर आधारित वाऱ्याचे मोजमाप ठरवले जाते.

आखलेल्या रेषांनी मोजता यावे.

- वाऱ्याच्या दिशेने सपाट जागेवर हे उपकरण ठेवल्यास पट्टी उडेल आणि वाऱ्याचा वेग कळू शकेल.
- पुढ्यावरील खुणांवरून वेग ओळखण्यासाठी आधी खुणांची किंमत काढून घ्या. सरळ रस्त्यावर ताशी ५ कि.मी. वेगाने जाणाऱ्या स्कूटरच्या मागच्या सीटवर बसून हे उपकरण हवेत धरा. पट्टी हललेल तिथे खूण करा. याचप्रमाणे दहा, पंधरा, वीस, पंचवीस... अशा वेगाने स्कूटर नेऊन खुणा करून ठेवा. अचूक मोजणीसाठी एकदा एका दिशेने तर दुसऱ्यांदा उलट दिशेने स्कूटर नेऊन खुणा करा आणि सरासरी बिंदूपाशी

खूण करा. यासाठी मोठ्या माणसाची मदत घ्या. एकदा खुणांची किंमत नक्की झाली की हे उपकरण कितीतरी काळ वापरता येते.

- उंच जागी हे उपकरण ठेवा आणि वाऱ्याचा वेग मोजा. वारा वाहत असेल त्या दिशेमध्ये अडथळे (झाडे, इमारत) नसावेत. तसेच नेहमी पट्टी पुढ्यावर फिरेल अशा तऱ्हेने वाऱ्याची दिशा असेल अशा प्रकारे उपकरण ठेवा.

बोफोर्ट नावाच्या शास्त्रज्ञाने वाऱ्याचा वेग आणि होणारे नुकसान यासाठी मोजमाप बनवले आहे. त्याचे कोष्टक वापरून तुम्ही वाऱ्याबद्दल अचूक माहिती देऊ शकता. हे कोष्टक पुढे दिलेले आहे.

बोफोर्ट मोजमापाचा तक्ता परिणाम

माप	वाऱ्याचा वेग प्रतितास कि.मी. मध्ये	परिणाम
०	१ हून कमी	धूर सरळ वरच्या दिशेने जातो.
१	१-५	धूर हवेत पसरतो.
२	६-११	अॅनेमोमीटरचे पाते हलते, चेहऱ्यावर हवा जाणवते, पाने हलतात.
३	१२-१९	झेंडे सरळ होतात, काटक्या हलतात.
४	२०-२८	धूळ आणि कागदाचे कपटे उडतात.
५	२९-३९	लहान रोपे वाऱ्यावर डोलतात.
६	४०-५०	मोठ्या फांद्या हलतात, छत्री वापरणे कठीण जाते.
७	५१-६१	जवळजवळ वादळ म्हणावे. झाडे डोलतात, चालताना कठीण जाते.
८	६२-७४	फांद्या पडतात. चालणे आणखी कठीण.
९	७५-८८	वादळी वारे, इमारतीवरील पत्रे उडतात.
१०	८९-१०२	जोराने वादळ, झाडे उन्मळून पडतात.
११	१०३-११७	झाडे, घरे धोक्यात येतात. कौले उडतात.
१२	११८	(हरिकेन) चक्रीवादळ, फार मोठे नुकसान होते.

वाऱ्याची दिशा दाखवणारा दर्शक



वाऱ्याची दिशा ओळखणे हवामानशास्त्रात फार महत्वाचे असते. कागद वापरून घरगुती उपकरण बनवा.

साहित्य : कागदी नळी (स्ट्रॉ), पुढा, कात्री, टाचणी, चिकटपट्टी, पाठीमागे खोडरबर असलेली पेन्सिल, चाकू, मणी.

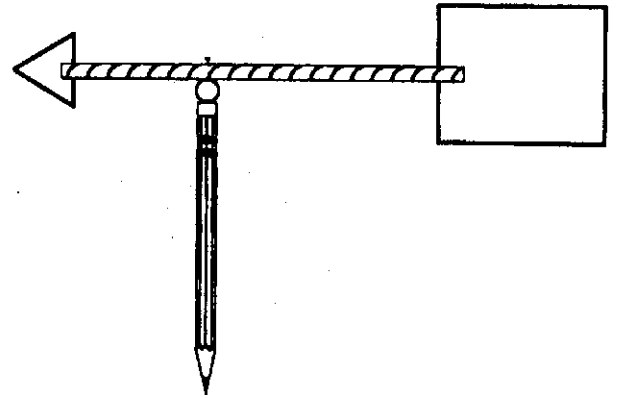
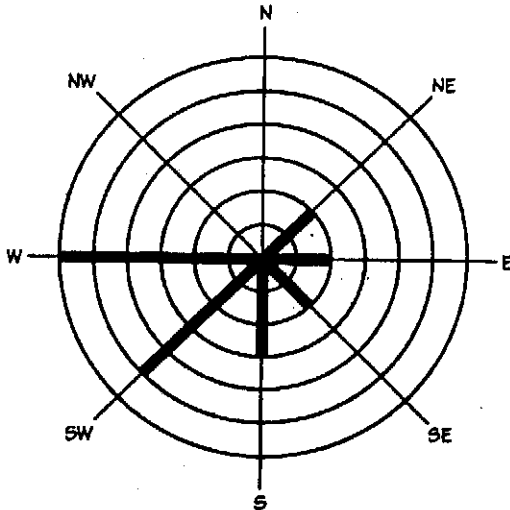
कृती :

- कागदी नळीवर चाकूचे पाते वापरून छेद घ्या आणि त्यात पातळ पुढा अडकवा. चिकटपट्टी वापरून तो घट्ट बसवा. पेन्सिलीच्या मागील खोडरबरावर टाचणी वापरून ही नळी आडवी बसवा. टाचणी थोडी बाहेर यावी म्हणजे नळी सहजपणे गोल फिरू शकेल. नळीच्या दुसऱ्या टोकाला त्रिकोणी, बाणाच्या टोकासारखा लहान पुढा अडकवा. त्यावर एकदोन टाचण्या वजनासाठी टोचा. पेन्सिल उभी धरली तर आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे नळी तोलली जावी. टाचणी रबरावर टोचताना एखादा मणी अडकवला तर नळी सहजतेने फिरते.
- अडथळे नसलेल्या जागी, मोकळा वारा असेल त्या ठिकाणी हे उपकरण जमिनीपासून उंचावरती ठेवा. पातळ पुढा वाऱ्यामुळे ढकलला जाईल आणि नळीच्या दुसऱ्या टोकाचा बाण वारा येत असलेली दिशा दाखवेल.
- ही पेन्सिल अडकवण्यासाठी छोटी बैठक तयार करा आणि तळाशी दिशा दाखवणारा तक्ता चिकटवा. त्यामुळे कोणत्याही ठिकाणी हे उपकरण नेणे सोपे होईल, तसेच वाऱ्याची दिशा नेमकी सांगता येईल.

- एका कागदावर सहा एककेंद्री वर्तुळे काढा. वर्तुळांच्या त्रिज्या एकाच मापाने वाढलेल्या काढा. उदा. ६ सें.मी., ८ सें.मी., १० सें.मी. या वर्तुळांचे प्रथम दोन लंब व्यास काढून चार भाग करा. आणखी दोन व्यास काढून एकूण आठ भाग करा. कडांना दिशांची नावे लिहा. एक आठवडा दिवसातून चार वेळा वाऱ्याची दिशा वरील उपकरणाने शोधा आणि त्या त्या दिशेला खूण करा. आठवड्यानंतर त्या जागी वारा कोणत्या दिशेने किती वेळा आला याच्या नोंदी तुम्हांला मिळतील. सर्वाधिक खुणा असलेल्या दिशेने वारा वाहतो असे म्हणता येईल. असे अनेक तक्ते वर्षभर अंतराने नोंदी करून तयार केले तर तुमच्या गावात वाऱ्याची दिशा कोणती आहे हे तुम्ही सांगू शकाल. तसेच वर्षभर वारा कशा दिशा बदलतो हेही सांगता येईल.

वाऱ्याच्या दिशेवर हवामानातील बदल अवलंबून असतात. ज्या दिशेने वारा येतो ती वाऱ्याची दिशा समजतात. उदा., पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहणाऱ्या वाऱ्याला पूर्ववारा म्हणतात. सौबतच्या आकृतीत पातळ पुढा वाऱ्याने ढकलला जातो, तेव्हा विरुद्ध दिशेने वारा येतो आणि शेट्टीची दिशा वाऱ्याची दिशा होय.

जमिनीपासून उंचावर हवेचा दाब कमी असतो. वाऱ्याचा वेग त्या जागी मोजण्यासाठी हेलियम वायूने भरलेले फुगे वापरले जातात. हे फुगे वाऱ्याच्या दिशेने, वाऱ्याच्या वेगाने वाहतात. रडार किंवा साधी दुर्बीण वापरून या फुग्याच्या साहाय्याने वाऱ्याची दिशा व वेग काढता येतो.



ढगांची धावपळ का होते?



ढग असतात त्या उंचीवरील वाऱ्याची दिशा शोधा. ही जमिनीवरील वाऱ्याच्या दिशेपेक्षा वेगळी असू शकते.

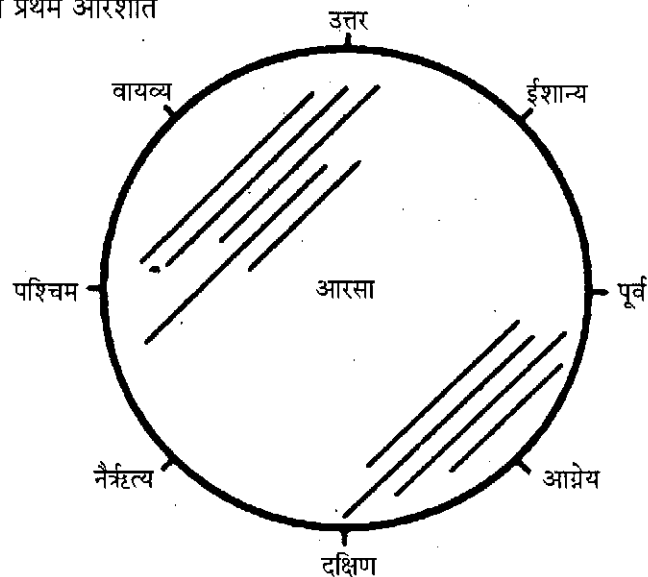
साहित्य : आरसा, कागद, पेन्सिल, दिशादर्शक, कात्री, चिकटपट्टी, कंपास. नेफोस्कोप हे उपकरण बनवून आपण वाऱ्यामुळे होणारी ढगांची हालचाल बघू शकतो.

कृती :

- ढगांच्या वहनाची दिशा शोधणाऱ्या उपकरणाला 'नेफोस्कोप' म्हणतात. घरगुती नेफोस्कोप तयार करण्यासाठी एक जाडसर कागद घ्या. त्यामध्ये एक कंपास घेऊन गोल आखा. गोल आरशापेक्षा याची त्रिज्या थोडीशीच लहान हवी. या कागदावर गोलाच्या कडावर आठ दिशा दाखवा आणि मधील गोल कापा. हा कागद आरशावर चिकटवा. मध्यभागी आरसा आणि कडेने कागद असा घरगुती नेफोस्कोप तयार होईल. (आकृती पाहा.)
- हा कागद सपाट जागी ठेवा. उत्तर दिशेला कागदावर 'उ' लिहिलेले अक्षर येईल अशा दिशेने कागद ठेवा. आरशामध्ये ढगाची प्रतिमा दिसेल आणि ती हळूहळू सरकलेली दिसेल. ज्या दिशेने ढग सरकतो ती त्या उंचीवरील वाऱ्याची दिशा आहे. आरशाच्या बाजूवर दिशा लिहिल्या असल्याने ती चटकन ओळखता येते. ढग ज्या दिशेने आरशाच्या कडेला प्रथम दिसतो ती वाऱ्याची दिशा आहे, कारण ढग पश्चिमेला जात असेल तर वाऱ्याची दिशा पूर्व आहे. आरशात प्रतिबिंब दिसत असल्याने ढग 'पू' लिहिलेल्या बाजूने प्रथम आरशात येईल.

- वाऱ्याचा दिशादर्शक बाजूला ठेवून जमिनीवरील वाऱ्याची दिशा पाहा. या एकच आहेत का वेगळ्या आहेत?
- ढगांच्या प्रतिमेवरून ढग काळे आहेत का पांढरे हे पाहा. काळे ढग पावसाचे असतात. त्यामध्ये पाण्याचा अंश जास्त असतो. ढगाचा रंग आणि दिशा समजली तर पाऊस येत असल्याचा अंदाज वर्तवता येतो.

जमिनीपासून ढग उंचावर असतात. त्या उंचीवर वाऱ्याची दिशा हवामानाच्या दृष्टीने महत्त्वाची असते. अनेकदा ही दिशा आणि जमिनीवरील वाऱ्याची दिशा यांमध्ये फरक असतो. जमिनीलगतचे वारे, टेकड्या, इमारती, झाडे यांमुळे अडवले जातात आणि त्यांची दिशा बदलू शकते. उंचावरचे वारे वेगाने वाहतात आणि त्यांची दिशा निश्चित असते. ढगांची वर्गवारी त्यांच्या उंचीवरून आणि दिसण्याच्या प्रकारावरून करतात. एक समान थर असावा असे दिसणारे ढग, आणि वाफेचा ढीग असावा असे ढग, काळसर ओथंबल्यासारखे ढग (पावसाचे ढग) इ. प्रमुख प्रकार सरावाने ओळखता येतात. जमिनीपासून ६ कि.मी. उंचीवर ढगामध्ये बर्फाचे स्फटिक बनलेले असतात. २ ते ६ कि.मी. पर्यंत वरील तीन प्रकार आढळतात. १० कि.मी. वरचे ढग दिसत नाहीत. विमानांचे उड्डाण ढगांमुळे जपून करावे लागते. ढगातील अंतर्गत हालचाल वाढली की विमानाला हादरे बसणे, ते वर-खाली होणे, भरकटत जाणे इ. प्रकार होऊ शकतात. जोराने वाहणारे ढग जमिनीपासून तुलनेने जवळ असतात. उंचीवरील ढग सावकाश वाहतात.



वातावरणातील दाब बदलतो कशाने?



हवेचा दाब कधी जास्त तर कधी कमी होतो. पाऱ्याच्या स्तंभाच्या उंचीवरून हवेचा दाब मोजणाऱ्या उपकरणाला 'बॅरोमीटर' म्हणतात. हवेचा दाब मोजणारे हे बॅरोमीटर आपल्याला घरीच बनवता आले तर? वेगवेगळ्या ऋतूंमधले दाबातील बदलसुद्धा आपण या बॅरोमीटरने मोजू.

साहित्य : काचेची बाटली, फुगा, जाड रबरबँड, कागदी नळी (स्ट्रॉ), चिकटपट्टी, पांढरा जाडसर कागद, कात्री, पुड्डा.

कृती :

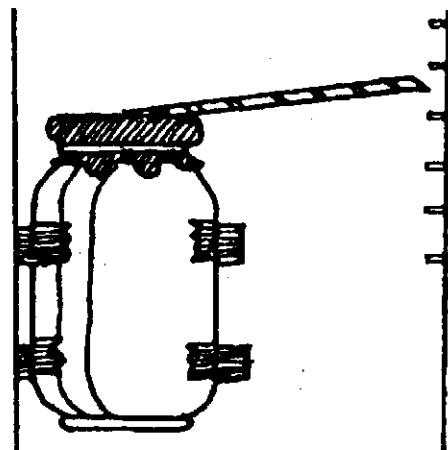
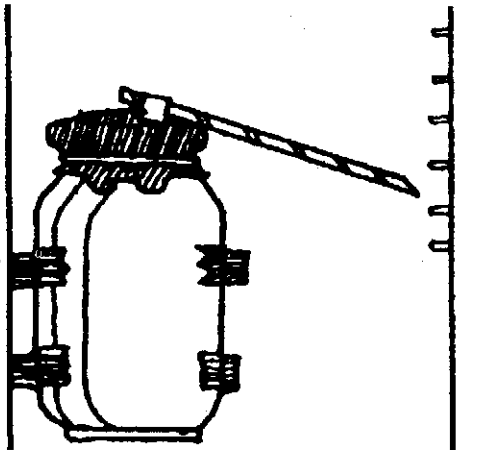
१. फुगा कापून एक पातळ रबरी पापुद्रा तयार करा. काचेच्या रिकाम्या बाटलीवर ताणून बसवा आणि गोल रबरबँडने पक्का करा. फार ताण ठेवू नका. रबरबँड लावल्यावर हवा अजिबात आत-बाहेर जाणार नाही.
२. कागदी नळीचे एक टोक कापून काटा करा आणि दुसरे टोक चिकटपट्टीने रबरी पापुद्र्यावर मध्यभागी चिकटवा. पांढरा कागद पुड्ड्यावर चिकटवा आणि हा पुड्डा बाटलीच्या बाजूला चिकटपट्टीने चिकटवा. (आकृती पाहा.)
३. कागदी नळीचा काटा कागदावर ज्या जागी येईल त्या ठिकाणी आडव्या खुणा करा. ही मोजपट्टीप्रमाणे हवेचा दाब मोजेल.
४. हवेचा दाब वाढला की रबरी पापुद्रा आत जाईल आणि काटा वर उचलला जाईल. हवेचा दाब कमी झाला की बाटलीतील हवा प्रसरण पावेल आणि रबरी पापुद्रा वर येईल. त्या प्रमाणात काटा मोजपट्टीवर खाली जाईल.

५. प्रयोगशाळेत जाऊन मोजपट्टीची खऱ्या दाबमापकाबरोबर तुलना करून खुणांची किंमत एकदा काढा आणि लिहा. मग हा दाबमापक नेमका दाब किती आहे हे सांगू शकेल.

हवेला वजन नसते असे बराच काळ मानण्यात येत होते. पण वातावरणाची जाडी दोनशे ते तीनशे किलोमीटरइतकी असल्याने हवेचा तितका उंच असा स्तंभ जमिनीवर दाब देतो. चौरस मीटरवर पडणाऱ्या स्तंभाचे वजन हा त्या जागेचा दाब आहे. समुद्रपातळीवर हा स्तंभ पाऱ्याच्या ७६ सें.मी. उंचीच्या स्तंभाइतका असतो. एक चौरस मीटरवर पडणाऱ्या हवेचे वजन दहा हजार किलोहून थोडे जास्त असते. समुद्रसपाटीपासून उंची वाढत जाते तसा दाब कमी होत जातो. कारण हवेचे थर विरळ होत जातात. १००० मीटरवर बॅरोमीटरमधील पाऱ्याची उंची ६८ सें.मी. होते. म्हणजे सुमारे ८% कमी होते.

आपण बनवलेले घरगुती उपकरण हे स्थानिक दाबमापक म्हणून उपयोगी आहे. तापमान, वारा, ऋतू इ. मुळे हवेचा दाब थोडा बदलतो त्यासाठी हे वापरता येते. प्रत्यक्ष फार मोठे बदल त्याने मोजता येत नाहीत.

हवेचे वरील थर जमिनीलगतच्या थरावर आपले वजन टाकतात. हवेच्या एकूण वजनापैकी जमिनीलगतच्या ५ कि.मी. अंतरात निम्मे वजन सामावले आहे. हवा विरळ झाली की प्राणवायूचे प्रमाण कमी होते आणि हवा घेणे कठीण जाते. एव्हरेस्ट शिखरावर (८,८४८ मी.) हवेचे १/३ वजन आहे. उंच जागी पाणी कमी तापमानाला उकळते आणि अन्न शिजायला वेळ लागतो. अशा जागी प्रेशर कुकर वापरणे सोईचे होते.



दव-बिंदू

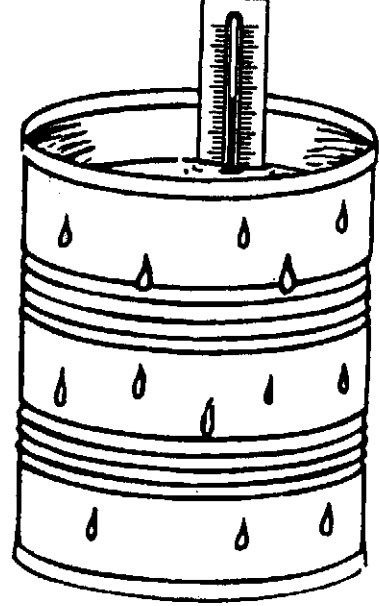


ठरावीक तापमानाला हवेची पाणी सामावून घेण्याची क्षमता कमाल होते, त्या तापमानाला 'दव-बिंदू' (ड्यू पॉइंट) म्हणतात. या तापमानाला दवबिंदू तयार व्हायला सुरुवात होते. बर्फाचे पाणी वापरून हे तापमान काढता येते.

साहित्य : पत्र्याचा डबा, तापमापक, चमचा, बर्फ, पाणी, कागद, पेन्सिल.

कृती :

१. डबा दोनेक तास तसाच ठेवा.
२. तापमापक वापरून हवेचे तापमान घ्या. तापमान नेहमी सावलीत घ्या.
३. डब्यात सामान्य तापमानाचे पाणी भरा. तापमापकाचा तळाचा फुगा डब्याच्या भिंतीला चिकटेल अशा तऱ्हेने उभा ठेवा. त्यामुळे डब्याच्या भिंतीचे तापमान घेता येईल.
४. डब्यात चारपाच बर्फाचे तुकडे घाला आणि ढवळा.
५. निरीक्षण करत राहा. थोड्याच वेळात डब्याच्या बाहेरील भिंतीवर पाण्याचे बारीक बारीक थेंब जमा होऊ लागतील. त्या वेळी तापमापकातील नोंद दव बनण्यासाठी लागणारे तापमान सांगेल. हाच दव-बिंदू होय. आणखी बर्फ वितळला की हे थेंब मोठे होतील आणि तापमापकातील नोंदही कमी तापमान दर्शवेल. डब्याजवळच्या हवेच्या पातळ थरात कमाल पाणी सामावल्यामुळे वाफेचे

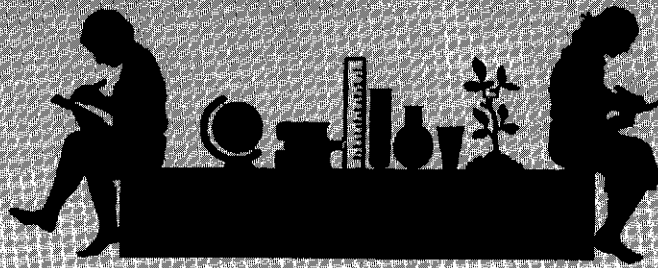


सांद्रीभवन सुरू होईल. त्या थराची आर्द्रता आता १००% आहे.

६. हवेचे तापमान जेव्हा या दव-बिंदूजवळ असते तेव्हा दव किंवा धुके पडायची शक्यता असते. जेव्हा हवेचे तापमान या तापमानापासून बरेच वर असते तेव्हा दिवस कोरडा राहतो.

हिवाळ्यामध्ये दिवसाचे तापमान आणि रात्रीचे तापमान यांमध्ये जास्त फरक असतो. विशेषतः विषम हवामानाच्या पट्ट्यातील प्रदेशात असे मोठ्या प्रमाणात घडते. दिवसा पाण्याची वाफ होते आणि ती हवेत सामावून जाते. रात्री तापमान कमी होते. पहाटेपूर्वी किमान तापमान होते तेव्हा सामावलेली वाफ सांद्रीभूत होऊन पाण्याचे थेंब गवताच्या पात्यावर दवाच्या रूपाने तयार होतात. हवा आणखी थंड झाली की पाण्याचे थेंब धूलिकणांभोवती किंवा इतर सूक्ष्म कणांभोवती जमतात आणि धुके पडते. ज्या तापमानाला हवेची पाणी सामावून घ्यायची क्षमता संपते ते दव बनण्याचे तापमान आहे. या वेळी आर्द्रता १०० टक्के असते. अशा हवेला 'संपृक्त हवा' म्हणतात.

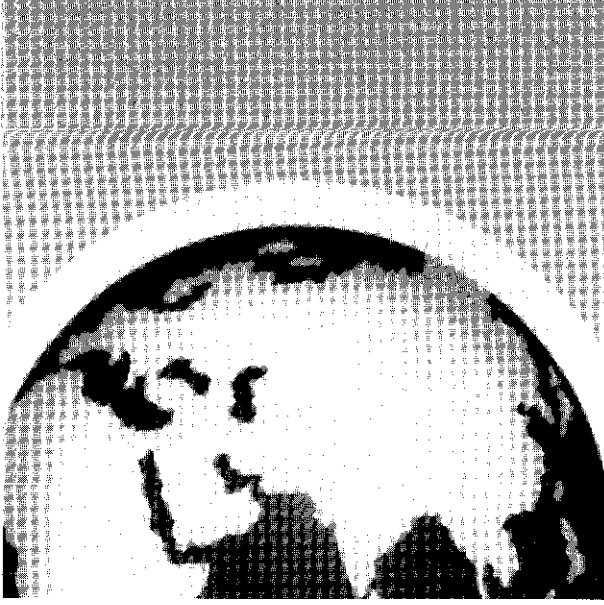
या दव-बिंदूमुळे आपल्याला दव पडणार, धुके पडणार याची आगाऊ कल्पना येते. हवेचे तापमान कमी होऊ लागले आणि 'त्या' विशिष्ट तापमानाला पोचले की दव पडणार हे सांगता येते. तसेच त्या तापमानावरून ढग कोणत्या उंचीवर बनतात हेही सांगता येते. दर पाच मीटर उंचीवर हवेचे तापमान किती कमी होते हे जमिनीलगत चारपाच नोंदी घेतल्या की कळू शकते. त्याच प्रमाणात दव-बिंदू किती उंचीवर आहे ती उंची काढता येते. ढग त्या उंचीवर बनायला सुरुवात होते.



पर्यावरण



पर्यावरण



अनुक्रम

पर्यावरण १

- पर्यावरण म्हणजे काय? / २७१
- तुमचे, आमचे आणि आपले घर / २७२
- शोध निसर्गाचा / २७३
- अनेक चित्रांनी बनलेले विशाल चित्र / २७४
- छोट्याशा दुनियेची सहल / २७५
- इवल्यांचे इवले विश्व / २७६
- कल्पनेच्या राज्यातला प्रवास / २७७
- आपण सारे प्रवासी / २७८
- जीवो जीवस्य जीवनम् / २७९
- जीवनाचे जाळे पसरले आहे किती दूरवर? / २८०
- मोबियसच्या पट्टीची करामत / २८१
- पाण्यातील परिसंस्थेची प्रतिकृती बनवताय? / २८२
- घरातच वाढवा जंगल / २८३
- छोट्यांची वसतिस्थाने / २८४
- पाण्यात लपले आहे तरी काय? / २८५
- जलसृष्टी... / २८६
- रानातली भटकंती / २८८
- काळोखात दडलेली सृष्टी / २८९

पर्यावरण २

- निसर्गाचे वाटप / २९१
- निसर्ग कसा वाचवाल? / २९२
- बापरे, तापमान केवढे वाढते आहे! / २९३
- प्रदूषणाचा कारखाना बघायचाय? / २९४
- यमदूताचे वाहन / २९५
- नको असलेला पाऊस / २९६
- आम्ल वर्षा रोपांवर पडल्यावर... / २९७
- वारा माझा मित्र / २९८
- आणि सूर्यसुद्धा... / २९९
- तुम्हीच सौरचूल बनवा / ३००
- पाण्यातला गढूळपणा कसा घालवाल? / ३०१
- पाणी करा स्वच्छ! / ३०२
- निसर्गाने दिलेला साबण तुम्ही पाहिला आहे का? / ३०३
- तेलविहीर फुटली तर? / ३०४
- घरात लपलेला कारखाना / ३०५
- हे जग! मी सुंदर बनवीन! / ३०६

पर्यावरण म्हणजे काय?



‘आपण स्वतः सोडून उरलेले सर्व काही म्हणजेच पर्यावरण होय, आणि आपण व पर्यावरण मिळून हे विश्व बनले आहे’ - बकमिन्स्टर फुलर

रोज सकाळी उठल्याबरोबर आपण निसर्गाचे आभारच मानायला हवेत. हिरवी झाडे हा जीवनाचा जणू पाया आहे. झाडे, प्राणी, माणसे यांची एकमेकांना गरज असते. पाणी, क्षार, असेंद्रिय पदार्थ यांपासून फक्त वनस्पतीच सेंद्रिय पदार्थ बनवू शकतात. आणि या सेंद्रिय पदार्थांपासून इतर जीव जगतात. हवेतील कर्बवायूपासून झाडे प्राणवायू बनवतात. माणसे आणि प्राणी हवेतील प्राणवायू श्वासावाटे आत घेतात आणि आणि झाडांना लागणारा कर्बवायू उच्छ्वासावाटे हवेत सोडतात. एकमेकांशिवाय दोघांचेही जीवन अशक्य आहे.

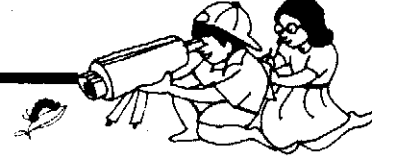
‘इकॉलॉजी’ या विषयामध्ये पृथ्वीच्या वातावरणाचा अभ्यास केला जातो. या ग्रीक शब्दाचा अर्थ आहे ‘घर’. पृथ्वी आणि तिच्यावरील वातावरण हे सर्व सजीव-निर्जीव सृष्टीचे विशाल घर आहे. सजीव भोवतीच्या पर्यावरणाशी आणि एकमेकांशी जो व्यवहार करतात त्याचे शास्त्र इकॉलॉजी या विषयामध्ये येते.

घरापासून थोडे दूर जाऊन टेकडीसारख्या एखाद्या उंच जागी उभे राहा. एक मिनिट समोरचा सर्व परिसर नीट पाहा आणि मग पाहिलेल्यांपैकी आठवतील तितके रंग लिहून काढा. सगळे रंग लिहिले आहेत असे वाटले, की पुन्हा तोच परिसर न्याहाळा. तुम्ही लिहिलेल्या यादीत नसलेले रंग शोधून काढा. दोन-तीन रंग तरी लिहायचे सहज राहून गेलेले असतील. आश्चर्य आहे ना?

आपल्या महाराष्ट्रातील अनेक ठिकाणी पर्यावरण वेगाने बदलत चालले आहे. पूर्वी महाराष्ट्रातील बराच भाग हिरव्यागार दाट जंगलांनी व्यापलेला होता. दोनशे वर्षांपूर्वी या भागात अनेक जातीचे पशू, पक्षी, कीटक, कृमी या जंगलांत सुखैर्नैव नांदत होते. सापांच्या अनेक जाती तर पावलापावलावर भेटत. आज पश्चिम महाराष्ट्राच्या परिसरात फिरल्यास उसाचे जांभळे तुरे वाऱ्यावर डोलताना दिसतात. डाळिंब, बोरें, चिकू, द्राक्षे यांच्या रेखीव बागा रस्त्याच्या दुतर्फा पसरलेल्या आढळतात. थोड्या थोड्या अंतरावर साखर कारखान्याचा विशिष्ट वास नाकात शिरतो. या संपूर्ण टापूचे पर्यावरणच बदलून गेले आहे. कोल्हे, कुत्री आणि पाळीव जनावरे यांखेरीज अन्य प्राणी फारसे दिसत नाहीत. पक्ष्यांच्या अनेक जाती नामशेष झाल्या आहेत किंवा त्यांनी स्थलांतर केले आहे. साप आणि कीटकांचे वैविध्यही झपाट्याने ओसरते आहे. जंगलांना संरक्षण देऊन तसेच वनीकरणाची मोहीम राबवून यावर उपाय योजले जात आहेत.



तुमचे, आमचे आणि आपले घर



प्रत्येक सजीवाचे कुठे तरी घर असतेच आणि या सर्व घरांचे विशाल घर म्हणजे आपली पृथ्वी. या पार्श्वभूमीवर तुमचे घर आणि परिसर यांचे स्थान बघू या.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, लहान नैसर्गिक गोष्टी (शंख, पक्ष्यांचे पीस, पानाच्या मागचे कीटकाचे घर इ.).

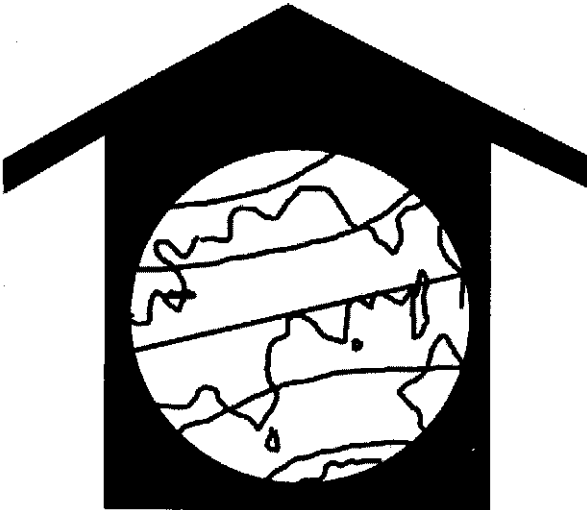
कृती :

१. तुमच्या घराचे चित्र कागदावर काढा. घरात किती खोल्या आहेत, प्रत्येक खोलीत काय आहे आणि ती कशासाठी वापरली जाते हे त्या चित्रातून दिसावे. मग घराभोवतीची इतर घरे, रस्ते, बाग, झाडे इ. काढा. एका आठवड्यात तुम्ही ज्या ठिकाणी जाता ती सर्व ठिकाणे वेगवेगळ्या कागदांवर चित्ररूपात काढा. खेळाचे मैदान, शाळा, पोस्ट, किराणादुकान, बाग इ. सर्व मिळून तुमचे घर आणि परिसर होतो.
२. तुमच्या आसपास नेहमी दिसणारा एखादा कीटक, प्राणी वा पक्षी निवडा. खार, गांधीलमाशी, सुगरणपक्षी, गांडूळ असे कुणीही चालेल. त्या प्राण्याचे घर कसे असेल याची कल्पना करून चित्र काढा. घर कशाने बांधले असेल, किती खोल्या असतील, काय वस्तू असतील, तुमच्या आणि त्या घरात कोणत्या वस्तू समान असतील याची नोंद करा.
३. सर्वांनी गोल बसा आणि मध्ये एखादी नैसर्गिक वस्तू ठेवा. प्रत्येकाने त्या वस्तूभोवती कल्पनेने परिसर निर्माण

करायचा आहे. एकाने सांगितलेली कल्पना वगळून दुसऱ्याने आणखी तपशील भरायचे आहेत. उदा. शंख असेल तर शिंपले, वाळू, लाटा, किनारा, होडी, जाळे, मासे, नारळाचे बन, खाजगीतील झुडपे असे वाढवत तपशील भरायचे आहेत. आपण कल्पनेने सांगितलेल्या वस्तूंचा त्या नैसर्गिक वस्तूशी संबंधही सांगा. थोडक्यात, ती वस्तू मध्यवर्ती धरून तिच्या भोवती कल्पनेने परिसर निर्माण करायचा आहे. एकमेकांशी संबंध प्रस्थापित करत परिसरनिर्मिती करा.

जेव्हा तुम्ही एखाद्या निसर्गरम्य ठिकाणी जाल तेव्हा आपण त्या ठिकाणी जणू पाहुणेच आहोत अशी कल्पना करा. सर्व झाडे, झुडपे, कीटक, प्राणी आपापल्या जागी राहून निसर्गाचा समतोल साधत असलेले दिसतील.

पर्यावरण किंवा परिसर म्हणजे आपल्या सभोवती जे आहे ते सर्व. त्यामध्ये मानवाने निर्माण केलेली घरे, रस्ते, विजेचे खांब हे तर येतेच तसेच झाडे, गवत, झुडपे, माती, दगड, पाणी हेही येते. आपण आपल्या परिसराकडे हे निसर्गाचे देणे आहे या दृष्टीने पाहायला शिकणे महत्त्वाचे आहे. आजूबाजूला जे काही आहे ते सर्वांचे आहे. माझे घर, गल्ली, गाव, राज्य, देश आणि पृथ्वी हे सर्वांचे घर आहे अशी परिसरप्रेमी विशाल दृष्टी निर्माण झाली की पर्यावरणाचे महत्त्व आपल्याला उमजेल.



शोध निसर्गाचा



आसपासचे पाहत निरुद्देश भटकणे हेदेखील एक शिक्षण आहे. चांगला व्यायाम आणि गंमत याखेरीज आपल्याला त्यातून बरेच काही शिकता देखील येते. फक्त भोवतीचा परिसर नीट पाहायची आणि त्याचा आस्वाद घ्यायची सवय आपल्या नजरेला हवी.

साहित्य : कागद, पेन्सिल (तेही वाटले तर!).

कृती : मामा, मावशी, आत्याकडे सुटीसाठी थोडे दिवस गेले की लगेच कंटाळा येतो. पण सकाळ, संध्याकाळ वेगवेगळ्या जागी जर डोळसपणे फिरत राहिलात तर तुम्हांला बरेच काही शिकता येईल आणि कंटाळाही येणार नाही.

१. वेगवेगळे आकार शोधा : एखाद्या परिसरात फिरताना ठरावीक आकार मनात धरून त्या आकाराच्या किती वस्तू तुम्ही शोधू शकता याची नंतर नोंद करा. गोल, चौरस, चौकोन, त्रिकोन, अंडाकृती, समभुज चौकोन- कोणताही आकार चालेल.

२. रंग शोधा : सकाळच्या वा संध्याकाळच्या मोकळ्या हवेत एक मस्त फेरी घ्या. फिरताना किती रंग तुम्ही शोधू शकता त्याची नोंद करा. किंवा एक रंग मनात धरून त्या रंगाच्या किती वस्तू तुम्ही शोधू शकता. ते पाहा. दिसले?

३. सतत प्रश्न विचारत राहा : उत्तर शोधायची धडपड करू नका. सहज उत्तर सुचले तर ठीक नाहीतर स्वतःलाच पुढचा प्रश्न विचारून पाहा. फिरताना जे काही नजरेला पडेल त्यासंबंधी प्रश्न हवा. उदा. हे झाड कसले आहे? पानांचा आकार कशासारखा आहे? त्याला फुले येतात का? फुलांचा रंग, वास कोणता आहे? झाडावर पक्षी येतात का? कोणते पक्षी येतात? प्रश्नमालिका जितकी लांब तितके त्या वस्तूबद्दलचे जास्त ज्ञान मिळेल. नंतर सावकाश या प्रश्नांची उत्तरे शोधा.

४. बदल घडणाऱ्या वस्तू पाहा आणि नोंद करा : उदा. पक्षी झाडावर बसतो किंवा बसलेला उडतो. वाऱ्यावर पीस किंवा पान तरंगते, पाणी वाहते, काटकीवर पाय पडून ती मोडते.

५. चालताना ठरावीक वेळेनंतर एक मिनिट थांबा. आजूबाजूला जे दिसते आहे, ऐकू येते आहे, त्याची नोंद करा. पुन्हा तेवढाच वेळ चाला आणि थांबा. तुम्ही दिशा बदलली तरीसुद्धा चालेल.

६. सहज फिरताना रस्त्याला फाटा फुटला की नाणे उडवा. छाप आला तर उजवीकडे वळा, काटा आला तर डावीकडे वळा. नवे रस्ते रोज पायाखाली येतील. नवे दिसले

पर्यावरणाचे सजीव, निर्जीव आणि सांस्कृतिक असे तीन भाग पडतात. परिसरातील जे जे जिवंत आहे ते सर्व सजीव या भागात येते. उदा. मानव प्राणी, झाडे, पक्षी, किडे इ. जे कधीही जिवंत नव्हते वा नाही ते सर्व निर्जीव या भागात येते. उदा. पाणी, माती, सूर्यप्रकाश दगड इ. या दोघांचा वापर करून मानवाने स्वतःसाठी जे बनवले आहे ते सांस्कृतिक या भागात येते. उदा. बाग, घर, रस्ता, विजेचा खांब इ.

किंवा काही गमतीचे दिसले तर नोंद करा. परतीची वाट लक्षात यावी म्हणून कागदावर योग्य नोंदी न विसरता करा.

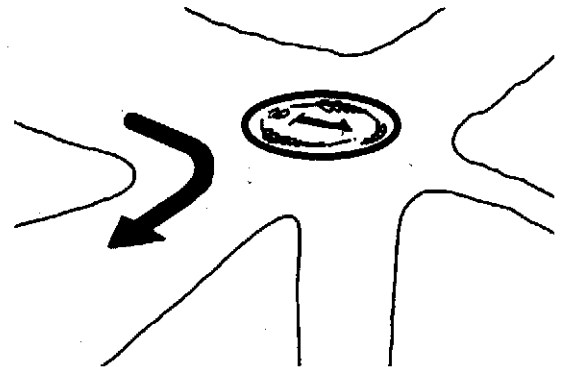
७. फिरताना दिसलेल्या प्रत्येक झाडाचे एक पान उचला. मात्र त्याच प्रकारच्या झाडाचे पान पुन्हा उचलायचे नाही. घरी परतल्यावर जितक्या प्रकारची पाने उचलली, तितकी वेगवेगळी झाडे तुम्ही पाहिली असतील. तुम्हांला त्यांतील किती ओळखता येतात? त्या पानांची तुलना करा. जर झाडे ओळखता आली नाहीत तर मोठ्यांना त्यांची नावे विचारा.

८. फिरताना सुमारे १ ते २ सें.मी. लांबीच्या वस्तू गोळा करा. दगड, शिंपला, काटकी, फूल, खापरी... दोन एकसारख्या एक नसतील अशा किती वस्तू तुम्ही शोधू शकता?

९. चालताना एक शब्दही न बोलता फक्त कान आणि डोळे उघडे ठेवा. जो आवाज येईल तो लक्षपूर्वक टिपा आणि त्याची नोंद करा. तुम्ही जितके शांत राहाल तितके जास्त आवाज ऐकू येतात असे आढळेल.

१०. फक्त एकाच दिशेला दिसणाऱ्या गोष्टी टिपत चला. येताना विरुद्ध बाजूच्या गोष्टी पाहा. त्यांतील खास खुणा, साम्य, आणि फरक शोधा.

११. प्रत्येक अक्षराची एकेक वस्तू नोंद करत चला. ज्या अक्षराची वस्तू सापडत नाही त्या अक्षरापासून सुरू होणारे विशेषण लावून वस्तू शोधा. उदा. क-कावळा, ख-खडा, ग-गवत, घ-घर असे शब्द सहज सुचतील ह या अक्षराचा शब्द दिसला नाही तर हिरवेगार झाड वा हसरी मुलगी असे सुद्धा चालेल.



अनेक चित्रांनी बनलेले विशाल चित्र



डोळ्यांनी सभोवतालचा परिसर पाहिला तर ते जणू एक विशाल चित्रच भासते. या चित्राचा कोणताही भाग सीमा निश्चित करून वेगळा काढला तर आणखी स्वतंत्र चित्र दिसू शकते. जणू अनेक लहान चित्रांनी मोठे चित्र बनले आहे.

साहित्य : झाड, टेकडी, गच्ची, पूल अशी उंच जागा, दुर्बीण.

कृती :

- उंच जागी जाऊन सभोवतालचा परिसर पाहा. दुर्बीण नसली तर हातांच्या पोकळ मुठी करून डोळ्यांसमोर धरा. आपण एखाद्या नळीतून पाहतो आहोत असे तुम्हांला दिसेल. प्रथम एका डोळ्याने पाहा; मग दोन्ही मुठीतून भोवती पाहा. फक्त झाड, भोवती इमारती असलेले झाड, वरती आकाश आणि त्याखाली झाड असे वेगवेगळे तुकडे पाहताना फरक वाटतो का? दोन्ही हातांची तर्जनी आणि अंगठा जोडून चौकोनी किंवा त्रिकोणी आकाराची चौकट (फ्रेम) निर्माण करा आणि ती डोळ्यांपुढे धरा. समोरच्या दृश्याचा एक तुकडा त्यातून दिसेल. आपली बोटे या सीमा मानून पूर्ण चित्र वाटेल अशी ती चौकट निश्चित करा. म्हणजे देऊळ आणि सोबतचे झाड, शाळा आणि समोरचे मैदान, नदी आणि पायऱ्यांनी बनलेला घाट... इ. अशी चित्रे दिसतील अशा पद्धतीने पूर्ण परिसर हाताची चौकट फिरवत न्याहाळा. अशा किती स्वतंत्र चौकटी तुम्हांला दिसतात त्यांची नोंद करा.
- आपल्या डोळ्यांना दहा सें.मी. अंतरापासून क्षितिजापर्यंत सर्वकाही दिसू शकते. जवळून दूर असे टप्प्याटप्प्याने पाहणे गमतीचे असते. स्वतःच्या नाकाच्या शेंड्यापासून सुरुवात करा. मग अर्ध्या मीटरवरच्या वस्तूवर नजर केंद्रित करा. मग दहा मीटरवर... असे अंतर वाढवत क्षितिजापर्यंत नजर न्या. आणि मग उलटपद्धतीने नजर जवळ आणत क्रमाने नाकाच्या शेंड्यापर्यंत आणा. दुर्बीण असेल तर ही कृती अधिक स्पष्ट आणि नेमकी होईल. दुर्बीणीचे केंद्रांतर कमीजास्त करणारी कळ

फिरणे आणि परिसर, पर्यावरण न्याहाळणे हा छंद ज्ञानाबरोबर विलक्षण आनंद देतो.

हे सर्व पाहताना तुम्हांला छानशी कविता करता येईल. पाचसहा वेगवेगळे रंग, आवाज, दृश्ये यांची नोंद करा. रंगांची, आवाजांची, दृश्यांची संगती लावत ओळी पूर्ण करा. शांत वेळ असेल आणि तुमचे शब्दभांडार समृद्ध असेल तर डोळ्यांना दिसणारे कवितेच्या रूपाने कागदावर उमटेल. उदा.,

निळ्या आकाशात तरंगणारे पांढरे ढग

त्यातून कवायत करत उडणारी पक्ष्यांची माळ

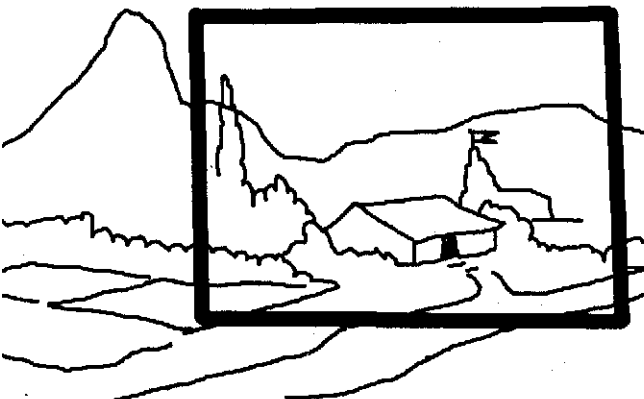
देवळातून येणारा घंटानाद, झुळूझुळू वाहणारे पाणी
पाण्यात सुळकन पोहणारा मासा, गोल पसरणारा तरंग
आकाशाचे प्रतिबिंब थरथरणारे.

उंच जागेवर जाऊन आपण परिसर न्याहाळतो तेव्हा क्षितिजापर्यंत पोचणारे एक भव्य त्रिमितीतील चित्र समोर दिसते. डोळे जवळ आणून एका वस्तूवर स्थिर केले तर एखादे झाड, फांदीवर बसलेला पक्षी, फांदीवर डुलणारे फूल आणि त्याभोवती भिरभिरते फुलपाखरू, अशी स्वतंत्र चित्रेही दिसतील. मावळतीच्या आकाशात प्रत्येक ढग एक स्वतंत्र चित्रच बनतो. अशा अनेक स्वतंत्र चित्रांना एकत्र जोडून एक विशाल चित्र बनते. पर्यावरणाचा प्रवास असा पूर्णातून पूर्णाकडे होतो.



फिरवत दृश्य जवळून दूर आणि दुरून जवळ क्रमाने येता येते.

- झाडावरून, गच्चीतून वा टेकडीवरून दूरवरचा परिसर दिसेल अशा जागी उभे राहा. तिथे भरपूर उजेड असावा पण प्रखर ऊन नसावे. सकाळची वेळ वा संध्याकाळच्या थोडी आधीची वेळ निवडा. दूरवर दिसणाऱ्या वस्तूचे एक सूत्र धरून वर्गीकरण करा. उदा., समोर दिसणाऱ्या सजीव वस्तू, हिरव्या रंगाच्या छटा असलेल्या वस्तू, मानवनिर्मित वस्तू... असे एखादे सूत्र असावे.



छोट्याशा दुनियेची सहल



एखाद्या विशाल परिसरातील विविधता टिपणे मोठे मजेदार असते. त्या परिसराचा एखादा लहानसा भागही त्यात असलेल्या घटकांसाठी कसा परिपूर्ण असतो पाहा.

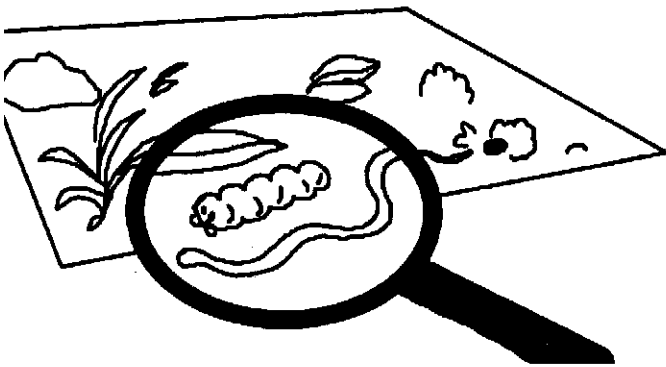
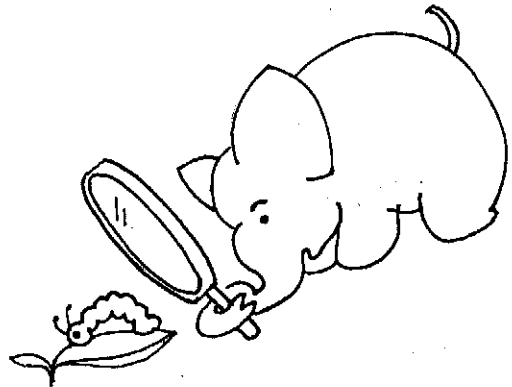
साहित्य : भिंग, २ मीटर लांबीचा दोरा.

कृती :

१. दोन-तीन मुलांचे गट करून प्रत्येक गटाला एकेक भिंग आणि एक दोरा घ्या. भिंगामुळे मुंग्या, कीटक, अळ्या, त्यांची बिळे, सूक्ष्म वनस्पती इ. स्पष्ट दिसतात.
२. विरळ वस्ती असलेल्या जागा, नदीकाठ, समुद्रकिनारा, गावाबाहेरचे रान अथवा देवळापासची झाडी अशी जागा निवडा. प्रत्येक गटाला दोऱ्याच्या साह्याने २ चौरस मीटर जागा निश्चित करा. त्यात जे जे काही दिसते ते पाहायचे, त्याची नोंद करा. गवत, शेवाळ, झुडपे, कीटक, अळ्या, मुंग्या असे सजीव पदार्थ तर खडे, वाळू, काटक्या, सुकलेली पाने, कुजलेले पदार्थ, तसेच इतर निर्जीव पदार्थ यांचीही नोंद करा. कीटकांची घरे, पानामागे अळ्यांनी बांधलेले कोश अशा अनेक वस्तू मुलांनी भिंगातून पाहिल्या तर छोट्या परिसरातील विविधता आपल्याला समजू शकेल.
३. एका विशिष्ट वेळेत किंवा एखादा विषय (थीम) देऊन अशा निरीक्षणासाठी मुलांच्या गटांमध्ये स्पर्धाही लावता येईल. कीटक, अळ्या, हिरवा रंग, पाने अशी संज्ञा मुलांपुढे ठेवा. विषयाला धरून नीट निरीक्षण करून जास्तीतजास्त नोंदी करणाऱ्या गटाला प्रथम विशेष बक्षीस देता येईल.

जवळजवळ सगळ्याच शहरांत निसर्गभ्रमण, पक्षिनिरीक्षण वगैरे छंदवर्ग सुटीमध्ये अनेक संस्था मुलांसाठी आयोजित करतात. आपल्या देशाच्या आणि महाराष्ट्राच्या सर्व भागात अभयारण्ये आणि इतर नैसर्गिक जंगले आहेत. कृत्रिम लागवडीचे पट्टेही आहेत. विद्यार्थ्यांना अशा ठिकाणी राहण्यासाठी अल्प दरात सोयही करता येते. अशा जंगलात अनेक प्रकारचे प्राणी, पक्षी, कीटक, झाडेझुडपे आढळतात. परिसर निरीक्षण करायची आवड लहान वयात जर लागली, तर मुलांना पर्यावरणाचे संरक्षण किती महत्त्वाचे असते हे कळेल, त्याबद्दलच्या जबाबदारीची जाणीव लहान वयातच येईल.

छोट्या जागेतील सजीव, निर्जीव वस्तू निसर्गाचा, पर्यावरणाचा समतोल राखण्याच्या दृष्टीने महत्त्वाच्या असतात. त्या एकमेकांवर अवलंबून असतात आणि तेवढ्या परिसरात संपूर्ण नैसर्गिक चक्र चालेल अशा परिपूर्णही असू शकतात. त्यांतील एखादा वा काही घटक तुटले, मोडले तर या संपूर्ण साखळीमध्ये बिघाड होतो. पृथ्वीवर आणि सभोवती असलेल्या हवेशी, पाण्याशी आणि जमिनीशी त्यांचे अस्तित्व निगडित असते. या तीन घटकांमधून जीवावरण (बायोस्फीअर) तयार होते. पृथ्वी आणि हे तीन घटक सर्व प्रकारच्या जीवनाचा आणि पर्यावरणाचा मूलाधार आहेत, त्यांची काळजी घेणे हे प्रत्येक सजीवाचे- विशेषतः मानवाचे कर्तव्य आहे.



इवल्यांचे इवले विश्व

काही सजीव इतके लहान असतात की त्यांचे संपूर्ण विश्व आपल्या मुठीइतके वा त्याहून लहान असू शकते. पर्यावरणाच्या तेवढ्याच भागात त्यांचे संपूर्ण जीवन कसे बहरते ते पाहू या.

साहित्य : आकाराने मोठा दगड, कुजत चाललेला लाकडी ओंडका, सूक्ष्मदर्शक भिंग.

कृती :

पावसाळा नुकता संपला आहे अशा काळात अशी छोटी विश्वे तुमच्या घराजवळ, अंगणात, शाळेच्या मैदानाजवळ, नदीकाठी, देवळाजवळच्या झाडीत शोधता येतात.

१. एक मोठा दगड सावकाश उलटा करा आणि निरखून पाहा. दगडाखाली पटकन हालचाल झालेली दिसेल. खाली असलेल्या मऊ ओलसर मातीत वा दडपलेल्या पालापाचोळ्यात काटकीने थोडेसे उकरा. काही अळ्या, किडे, कीटक तुरतुरु चालत आपापल्या बिळात घुसताना दिसतील. दगडाच्या खालच्या बाजूला हिरवट, काळसर शेवाळ दिसेल. सूक्ष्मदर्शक भिंगातून ते निरखून पाहा. त्यात मुंगीपेक्षाही लहान कीटक दिसतील. कुजलेल्या पाचोळ्याखाली या कीटकांची घरे (बिळे) दिसतील. काही वेळा लहान लहान रोपांची पांढरी मुळे दगडाला पकडून पसरलेली दिसतील. दगडाला चिकटून माती येईल. त्यात गांडुळे, पांढऱ्या अळ्या वा वाळवीसारख्या मुंग्या, कीटक दिसतील. कधीकधी सूक्ष्म पायांच्या अनेक जोड्या असलेल्या अथवा नखाएवढ्या चौकोनी तुकड्यांना जोडून बनलेल्या अळ्या दिसतील. काही किडे, अळ्या पटकन अंग आकसून घेऊन गोलाकृती बनतील. हे सर्व नीट निरखून पाहा आणि नंतर दगड पूर्वी होता तसा सावकाश त्या जागी ठेवा.

२. लाकडाची वखार, मोठे आवार, आमराई वा बरीच झाडे असलेला परिसर अशा एखाद्या ठिकाणी जाऊन एखादा कुजत चाललेला ओंडका शोधा. प्रथम साध्या डोळ्यांनी आणि मग सूक्ष्मदर्शक भिंगातून या ओंडक्याचे निरीक्षण करा. बाहेरच्या बाजूला हिरवट, पिवळसर वा पांढरे डाग दिसतील. प्रत्यक्षात ती बुरशी म्हणजे एक प्रकारच्या सजीवांचीच वसाहत आहे. काही कुत्र्याच्या छत्रीसारखी अळंबी जातीतील रोपे उगवलेली दिसतील. काही वेळा हिरवी पाने असलेली रोपे आणि त्यांवर एखादे रानफूलही डोलताना दिसेल. ओंडक्यावर ठिकठिकाणी भोके दिसतील. त्याजागी आत किडे,

आपण एखादी वस्तू चांगली वा वाईट म्हणतो, आनंदी आणि दुःखी, उदास असा फरक करतो; कारण ती पाहताना मनामध्ये तो भाव जागा होतो. एखादी आनंद देणारी गोष्ट शोधा. उदा., फुलाभोवती उडणारे फुलपाखरू, वाहते पाणी इ. नंतर एखादी उदास करणारी, दुःख देणारी गोष्ट शोधा. उदा. वठत चाललेले झाड अथवा रोप, पिवळट कातरलेली पाने इ. एखादे सुकत चाललेले रोप शोधा. त्याच्या बुंध्याभोवती आळे करून माती, खत, पाणी घाला. रोज पाणी घाला. तुम्ही त्याला मदत केली तर ते पुन्हा जगेल आणि पर्यावरणात एका आनंदी गोष्टीची भर पडेल.

मुंग्या, वाळवी, काही विशिष्ट माशा यांची घरे असतात. काही ठिकाणी तर जणू पायवाटा असाव्यात असे कोरलेले दिसेल, काही ठिकाणी तर टाचणीएवढे बोगदे दिसतील. एखादी काटकी घेऊन ओंडक्याला अनेक जागी टोकून पाहा. काही ठिकाणी लाकूड घट्ट असेल काही ठिकाणी भुसा, वाळूसारखे रवाळ मऊ असेल. त्या ठिकाणी लाल मुंग्या, मुंगळे, वाळवी असते. ओंडक्याचा जमिनीला टेकलेला भाग हळूहळू मातीत रूपांतरित होत असलेला आढळेल. ओंडका उलटा करून जर पाहिले, तर दगडाप्रमाणे त्याच्याखाली गांडुळे, अळ्या इत्यादी दिसतील. सर्व पाहून झाले, की ओंडका न विसरता होता तसा ठेवा.

दगडाखाली अनेक घटना घडत असतात. कुजणारा ओंडका अनेक नव्या नव्या जीवांना पोसत असतो. दगडाखाली वा ओंडक्यात दिसणाऱ्या लहानशा परिसरात काय दिसेल, हे त्याच्या स्थानावर आणि ऋतूवरही अवलंबून असते. ओंडका कोणत्या लाकडाचा आहे, किती काळ कुजतो आहे, पाणथळ जागेवर आहे की हवेशीर, अशा अनेक बाबींवर त्यातील प्राणीजीवन ठरते. कोळी, अळ्या, उडणारे सरपटणारे कीटक, मुंग्या, पंख असलेल्या अळ्या, कोशावस्थेत राहणारे जीव वरील दोन्ही ठिकाणी घरे करून राहतात. नुकताच पावसाळा संपला असेल आणि ऊन मिळत असेल तर या सजीवांमध्ये आणखी विविधता देखील सापडेल. ओंडका वा दगड मोठा असेल आणि झाडीत पडलेला असेल तर उंदीर, घूस, ससा किंवा विंचू, सापही निघेल. तेव्हा हा प्रयोग जपून करा. यातील अळ्या, मुंग्या, कीटकांचा परिसर ओंडका वा दगडाच्या खाली एवढाच मर्यादित असतो. त्यांच्या दृष्टीने ती जागा म्हणजे त्यांचे परिपूर्ण 'विश्व' असते.

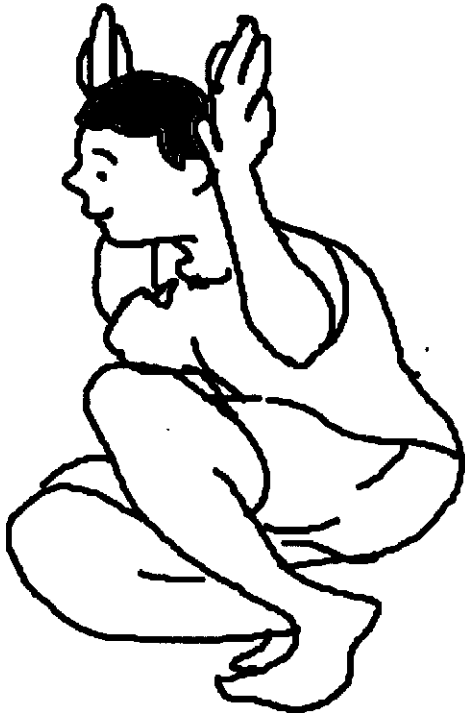
कल्पनेच्या राज्यातला प्रवास



आपण झाड किंवा मुंगी असतो तर... वाऱ्यावर डोलताना वा ओळीत तुरुतुरु चालताना काय वाटते? कल्पनेच्या राज्यात असा विहार करून पाहू या.

कृती :

१. एक नैसर्गिक वस्तू निवडा आणि ती म्हणजेच तुम्ही आहात अशी कल्पना करा. त्याप्रमाणे हालचाल करा. तुम्हांला म्हणजे त्या वस्तूला कृती करताना कसे वाटत असेल ते सांगा. प्रथम झाडाचे पान, पक्ष्याचे पीस, ओढ्यातला दगड अशा लहान वस्तू निवडा. मग भूकंप, धबधबा अशा कठीण गोष्टींकडे वळा. तुम्ही निवडलेली वस्तू अभिनय करून दाखवल्यास इतर ती ओळखू शकतात का? प्रत्यक्ष कृती करून पाहना!
२. आता एखादा प्राणी निवडा. तुम्ही त्या प्राण्याचे पिलू आहात. प्रथमच डोळे उघडून आजूबाजूला पाहत आहात. तुमच्या पर्यावरणाची, परिसराची ओळख करून घेत आहात. ससा, बेडूक, खार, उंदीर, चिमणी... अगदी काहीही बना, तुम्ही अभिनय करून दाखवल्यास इतरांना ओळखता मात्र यावे.
३. प्राणी बनून एखादी कृती करून दाखवा. पक्षी बनून



काही प्राणी जास्त जागा व्यापतात. माणसाला खूप जागा लागते, तर मुंगीला अगदी एवढीशी जागा पुरते. काही प्राण्यांना जगण्यासाठी जास्त साधने लागतात. माणूस सशापेक्षा जास्त अन्न खातो आणि मुंगीपेक्षा कितीतरी पटीने कचरा निर्माण करतो. एखाद्याच प्राण्याच्या जातीची संख्या बेसुमार वाढली की पर्यावरणाचा समतोल बिघडतो. धोका उत्पन्न होतो. पृथ्वीवरील कित्येक प्राणी या कारणामुळे कायमचे नाहीसे झालेले आहेत.

घरटे बांधत आहात, अळी बनून सरपटता आहात, कासव बनून, गोगलगाय बनून पटकन अंग चोरत आहात, उंदीर बनून कुरतडत काहीतरी खात आहात, झाड वा फूल बनून वाऱ्यावर डोलत आहात... तोंडातून शब्द न काढता फक्त कृती करा. अर्थशून्य आवाज देखील चालेल. इतरांना तो प्राणी वा ते झाडच नाही तर ती कृतीही ओळखता यावी.

एकाने अभिनय करून दुसऱ्याने ओळखणे हा खेळ मनोरंजनाबरोबर ज्ञानही देतो. सर्वजण या खेळामध्ये गुंतले जातात. गटाने करायचा हा खेळ तसा जुना आहे. अभिनय करणारा इतरांनी ओळखावे म्हणून वेगवेगळे बारकावे दाखवतो, तर बघणारे ते तपशील आठवत, पारखत राहतात. आपल्याभोवतीचा परिसर डोळसपणे पाहायला शिकवणारा हा खेळ आहे.

आपल्या आवडत्या खेळण्याचा आपल्याला लळा लागतो, तसा झाडांचाही लागू शकतो. एक बी लावा, रुजून रोप आणि झाड होऊन फुले, फळे येईपर्यंत त्याची काळजी घ्या. त्या झाडाशी भावनेचा संबंध जुळेल. पूर्वी कोकण, गोव्यासारख्या किनारपट्टीवरील भागात मूल चारपाच वर्षांचे झाले की खड्डा खणून त्याच्या हाताने नारळाचे रोप लावत. रोज त्याच्या मुळाशी हात धुणे, अंधोळ करणे, त्याची काळजी घेणे ही कामे त्यालाच सांगत. मूल मोठे होईपर्यंत झाडाला नारळ येत. स्वतः देखभाल केलेल्या झाडाचे फळ खाणे विशेष आनंदाचे असते. मुलगी असेल तर तिच्या माहेरभेटीत त्याच झाडाचे नारळ तिला देत असत. पाणी घालताना झाडांना स्पर्श करा, कुरवाळा, वास घ्या, बोला. तुमची झाडाशी मैत्री जुळेल.

आपण सारे प्रवासी



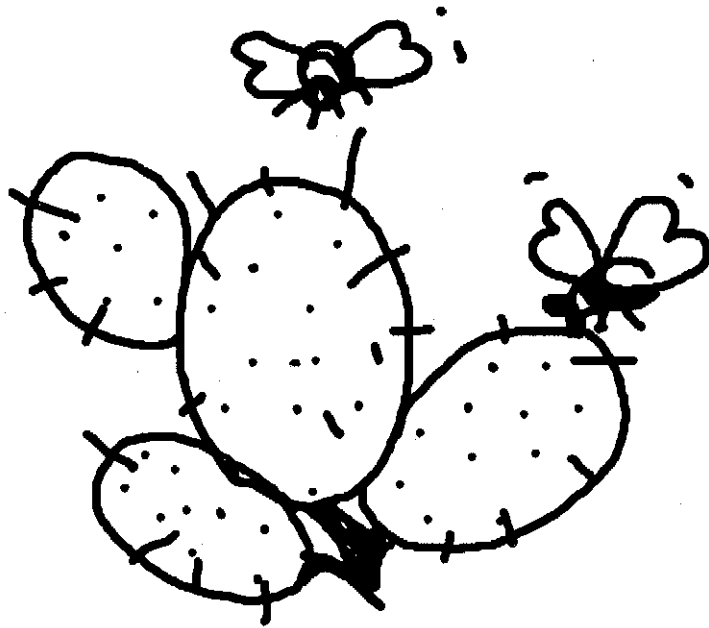
आपण सर्व जणू एका छोट्या अंतराळयानातून प्रवास करत आहोत. या यानाचे नाव आहे पृथ्वी. हवा, जमीन, पाणी यांचा साठा यानावर आहे. म्हणून आपण सुखाने राहत आहोत, प्रवास करीत आहोत. पण हेही लक्षात ठेवले पाहिजे की, या साठ्याची काळजी घेतली आणि या यानावर प्रेम केले तरच आपला प्रवास दीर्घकाळ सुखाचा होऊ शकतो.

जगातील अनेक श्रेष्ठ कवी, हजारो वर्षांपासून पृथ्वीच्या सौंदर्याचे वर्णन करीत आले आहेत, परंतु ज्या वेगाने मानव पर्यावरणाचा नाश करत आहे तो तसाच राहिला तर पुढच्या १०० वर्षांत त्या वर्णनातील काहीच उरलेले नसेल!

प्रदूषण किती झाले आहे हे झाडे आपल्याला आक्रोश करून सांगत असतात. काही घातक क्षारांमुळे तंबाखू, पालकसारख्या रोपांच्या पानांवर पांढरे वा काळे डाग पडतात. काही पानांचा मागचा भाग चकचकीत दिसतो. हवेतील सल्फर-डाय-ऑक्साइडचे प्रमाण वाढले की गाजर-टोमॅटोची पाने पिवळसर होतात. हे प्रमाण अचानक वाढले की ही पाने पाण्याने जड होऊन खाली पडतात आणि कुजतात.

पर्यावरणाचे संरक्षण करणे म्हणजे नैसर्गिक साधनसंपत्ती काळजीपूर्वक वापरणे, वनस्पती आणि प्राणिजीवन सुरक्षित ठेवणे, विकास आणि पर्यावरणात संतुलन साधणे होय. जगभर या प्रश्नावर जागृती निर्माण केली जात आहे.

कीटकनाशक द्रव्ये फवारण्यापेक्षा जर कीटकच फवारले तर...? कल्पना चमत्कारिक वाटते ना? आपल्या शेतांचे, झाडांचे हानिकारक कीटकांपासून संरक्षण करण्यासाठी शेतकरी त्या कीटकांना मारणारी कीटकनाशके फवारतात. तर काही ठिकाणी रासायनिक तणनाशके वापरून तण मारून टाकतात. ही द्रव्ये (कीटकनाशके, तणनाशके) अप्रत्यक्षपणे सर्वच सजीवांना हानी पोहोचवतात. जेव्हा ती पाण्यात शिरतात, तेव्हा ती दुभत्या जनावरांच्या पोटात जातात. द्राक्षासारख्या फळावर फवारलेली रसायने स्वच्छ धुतली नाहीत तर माणसांच्या पोटात देखील जातात. या द्रव्यांऐवजी कीटक वा तण खाणारे प्राणीच फवारले तर? ही कल्पना प्रथम ऑस्ट्रेलियात राबवण्यात आली. त्या देशात शेतामध्ये काही प्रकारचे निवडुंग इतके माजले की, त्यांचा नायनाट कसा करावा हेच कळलेना. संशोधकांनी एक प्रकारचा मॉथ जातीचा उडता कीटक शोधला. तो अळी रूपांनं निवडुंगाचा अन्न म्हणून वापर करत असे. त्यांची प्रयोगशाळेत पैदास करून त्यांना या शेतावर फवारण्यात आले. निवडुंगाची वाढ त्यामुळे आटोक्यात आली. आता हा प्रयोग अनेक प्रकारच्या तणांवर आणि किडींवर केला जातो.



जीवो जीवस्य जीवनम्



प्राण्यांचे जीवन हे अन्नासाठी इतर प्राण्यांवर आणि वेगवेगळ्या वनस्पतींवर अवलंबून असते. अशी एक अन्नसाखळी शोधा आणि कोण कोण / काय काय खाते ते पाहा.

साहित्य : कागद, रंगीत पेन्सिली, रंगीत दोरे, कात्री, चिकटपट्टी.

कृती :

- वनस्पतींची एक यादी करा. वनस्पती खाणारे शाकाहारी प्राणी, शाकाहारी प्राणी खाणारे मांसाहारी प्राणी, मांसाहारी प्राणी खाणारे इतर मांसाहारी प्राणी या सर्वांची स्वतंत्र यादी तयार करा.
- या सर्व प्राण्यांच्या अन्न खाण्याच्या सवयींबद्दल मित्रांशी चर्चा करा. प्रथम कागदावर अन्नसाखळीतील घटकांची नावे लिहा.
- कागदाचे तुकडे कापा. घोटीव रंगीत कागद आणखी छान दिसेल. त्यावर साखळीतील एकेका घटकाचे नाव लिहून चित्र काढा. रंगीत पेन्सिलीनी रंगवून उठावदार करा.
- रंगीत दोऱ्याचे सारख्या लांबीचे तुकडे करा. तुकड्याची एक बाजू तयार केलेल्या चित्राच्या मागे चिकटपट्टीने चिकटवा तर दुसरी बाजू अन्नसाखळीतील वरच्या घटकाच्या चित्राच्या मागे चिकटवा. तीन ते सहा चित्रांची साखळी तयार करा. प्रत्येक साखळीच्या एका टोकाला वनस्पती असेल तर विरुद्ध टोकाला साखळीतील शेवटचा मांसाहारी असेल. अशा अन्नसाखळ्या तयार करून एका आडव्या दोराला टांगून ठेवा. वर्गाच्या भिंतीवर तक्ता असतो त्याप्रमाणे या साखळ्या लावा. या साखळीतील एक घटक जरी तुटला तरी साखळीच अपूर्ण बनते. माणूस, अस्वल, चिंपांझी, उंदीर, घूस इ. प्राणी शाकाहार, मांसाहार दोन्ही करतात. गिधाडे फक्त मेलेल्या जनावरांचे मांस खातात. त्यांना निसर्गातील 'स्वच्छताकर्मी' म्हणता येईल.

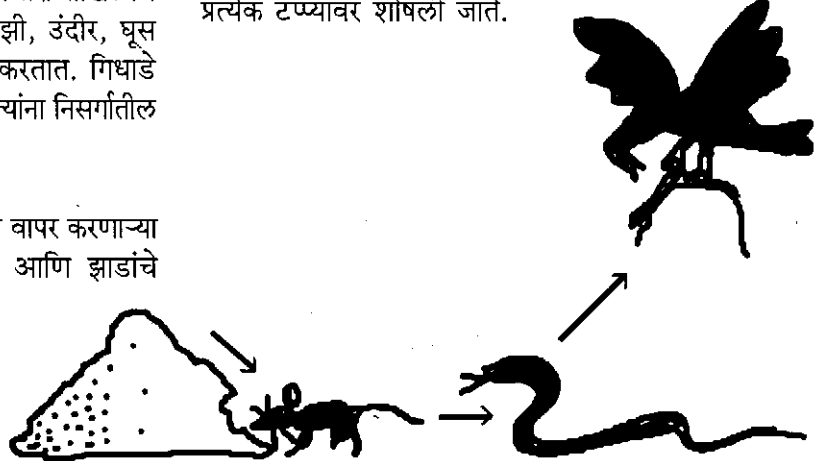
अन्नसाखळ्या या एकदुसऱ्याचा अन्न म्हणून वापर करणाऱ्या सजीवांनी बनलेल्या असतात. प्राणी, झाडे आणि झाडांचे

वेगवेगळे भाग उदा. पाने, फुले, फळे, खोड इ. खातात. या प्राण्यांना इतर मोठे प्राणी खातात. जलचर प्राण्यांमध्येही अशा अन्नसाखळ्या असतात. खाण्याच्या सवयींप्रमाणे प्राण्यांचे वर्गीकरण केले जाते. प्रत्येक अन्नसाखळीच्या तळाशी झाडे असतात. त्यांच्यावर फक्त झाडे आणि त्यांचे विविध भाग खाणारे शाकाहारी प्राणी येतात. (जिराफ, हत्ती, गाई, म्हशी, बकरी इ.) हे प्राणी आकाराने लहान (अनेक प्रकारच्या अळ्या आणि किडे) किंवा मोठेही असू शकतात. गाई, म्हशी, बकऱ्या खूप मोठ्या प्रमाणावर झाडे खातात असे आपल्याला वाटते. पण प्रत्यक्षात अळ्या, माश्या, कीटक त्याहून अधिक वनस्पतींचा फडशा पाडतात, कारण त्यांची संख्या प्रचंड असते. त्यांच्या वरती शाकाहारी प्राण्यांना खाणारे मांसाहारी येतात (अनेक पक्षी, वाघ, कोल्हे, साप या प्रकारात येतात.) त्यानंतर मांसाहारी प्राण्यांना खाणारे मांसाहारी प्राणी येतात. हे प्राणी संख्येने कमी पण अधिक हिंस्र, रानटी असतात. उदा. सिंह, लांडगे.

काही अन्नसाखळ्यांची उदाहरणे खाली दिली आहेत. हिरवी पाने खाणारा छोटा कीटक अलगद कोळ्याच्या जाळ्यात सापडतो. संधी मिळाली की पक्षी कोळ्याला गडम करतो. शेवटी पक्ष्याला मांजर आपले भक्ष्य बनवते. तुम्ही अशा अन्नसाखळ्या शोधून बनवा.

फुलांमधील मध → फुलपाखरू → ससा → कोल्हा.
→ हिरवा टोळ → बेडूक → साप → घर
पाने → रातकिडे → पक्षी → उडणारी खार → साप → गरुड

बहुतेक अन्नसाखळ्यांना तीन वा चार घटक असतात. क्वचित ही संख्या पाच-सहा असू शकते. मात्र त्याहून जास्त असत नाहीत, कारण अन्नातून मिळणारी ऊर्जा साखळीच्या प्रत्येक टप्प्यावर शोषली जाते.



जीवनाचे जाळे पसरले आहे किती दूरवर?



वेगवेगळ्या सजीवांच्या अन्नसाखळ्या एकमेकांत गुंतलेल्या असतात. त्यामुळे प्रत्यक्षात साखळीऐवजी त्यांना जाळे म्हणणे जास्त सयुक्तिक ठरावे.

साहित्य : दोरीचा गुंडा, निळ्या, हिरव्या, लाल कागदाच्या पट्ट्या (त्यांवर नावे लिहायची आहेत.), चिकटपट्टी किंवा टाचण्या.

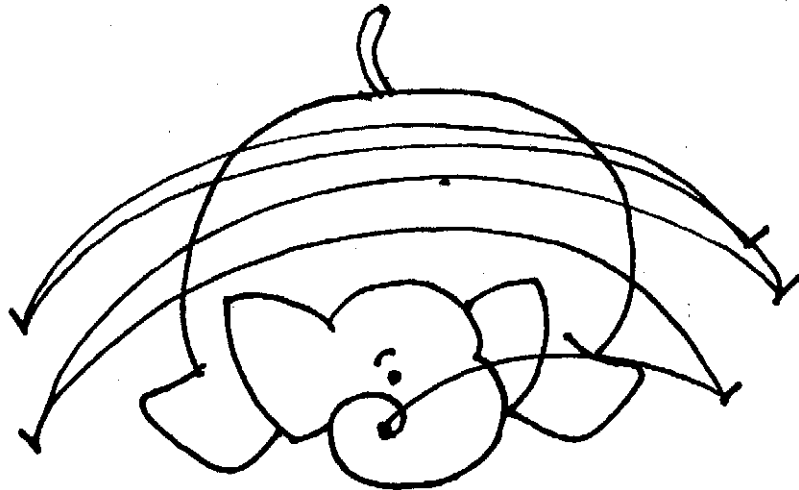
कृती :

१. निळ्या कागदाच्या रुंद पट्टीवर नैसर्गिक साधनांची प्रत्येकी एकप्रमाणे नावे लिहा (प्रकाश, हवा, पाणी, जमीन इ.). हिरव्या पट्टीवर झाडांच्या वेगवेगळ्या भागांची तशाच पद्धतीने नावे लिहा (बी, कळी, पान, फूल, फळ, कंद इ.). सजीवांची नावे लाल रंगाच्या कागदावर लिहा. पट्ट्याऐवजी चौकोन-त्रिकोन कापून चित्रे काढली आणि नावे लिहिली, तर ही जाळी आणखी छान दिसेल (कीटक, पक्षी, उंदीर, हरण, खार, ससा, कोल्हा, सिंह इ.).
२. हे सर्व कागद जमिनीवर पसरा. दोरीचे एक टोक एका चित्रावर चिकटवा आणि दुसरे टोक ती वस्तू वा सजीव अन्न म्हणून वापरणाऱ्या सजीवावर नेऊन चिकटवा. सुरुवात निळ्या पट्ट्यांनी करा. कारण हवा आणि पाणी प्रत्येक वनस्पती, प्राणी वापरतो. अनेक तुकड्यांपासून तीन-चार किंवा त्याहून जास्त दोरे निघतील आणि वेगवेगळ्या तुकड्यांवर जाऊन पोहोचतील. उदा. उंदीर धान्य खातो, पाणी पितो आणि साप उंदराला खातो. तीन दोरे उंदरालापासून या तीन ठिकाणी जातील. त्यामुळे पाणी, हवा इत्यादींची तीनचार चित्रे

बहुसंख्य प्राण्यांना अनेक प्रकारांनी अन्नपुरवठा होतो. जर एखादे विशिष्ट अन्न मिळाले नाही तर दुसरे पर्यायी अन्न खाऊन प्राणी जीवन चालू राहते. अन्नसाखळीतील एखादा दुवा तुटला तरी जीवन संपत नाही. हवा, पाणी, प्रकाश आणि जमीन या घटकांतून तळातील वनस्पतीचे अन्न निर्माण होते. त्यातून पुढे प्राणिजीवन अन्न मिळवते. सजीवांचा मृत्यू झाल्यावर त्याचे रूपांतर परत त्याच (हवा, पाणी इ.) घटकामध्ये होते. त्यामुळे वरील जाळ्यामध्ये असलेले घटक एकमेकांपासून कितीही दूर असले तरी एकमेकांशी जोडलेले राहतात. हवा, पाणी, जमीन, प्रकाश यांपासून त्यांची उत्पत्ती होते आणि अंतही त्याच घटकांत होतो.

तयार ठेवा.

३. अशा तऱ्हेने तुकडे एकमेकांना जोडले जातील आणि जाळी बनेल. प्रत्यक्षात अन्नसाखळ्या या तऱ्हेने एकमेकांना जोडलेल्या असतात.
४. यांतील एखाद्या घटकाला अगदी कमी दोरे असतील तरी तो जाळे मजबूत करायला मदत करील. दोरे कमी म्हणून तो तुकडा कापला तरी जाळे अपूर्ण राहत नाही, कारण कुठल्या ना कुठल्या तुकड्याला ते जोडलेले राहते. त्याचप्रमाणे अन्नसाखळीतील एखादा प्राणी वा वनस्पती भूतलावरून नाहीसे झाले, तर साखळी कमकुवत होते, पण जाळ्यावर फार परिणाम होत नाही. पण त्या जागी भोवतीच्या तुकड्यांचा आधार कमी होतो.



मोबियसच्या पट्टीची करामत

प्रत्येक कथेला सुरुवात असते आणि शेवटही असतो. पण ऋतू मात्र एकामागून एक येत राहतात, त्यांचे सुरुवात आणि शेवट नसलेले चक्र सतत सुरू राहते. 'मोबियस पट्टी' वापरून असे चक्र बनवू या.

साहित्य : कात्री, आखीव कागद, पेन, गोंद.

कृती :

१. पाचसहा ओळीइतकी रुंदी असलेल्या. कागदाच्या पट्ट्या कापा. प्रत्येक पट्टीच्या एका बाजूला एका टोकाला 'अ' लिहून नैसर्गिक चक्राला सुरुवात करा. सारख्या अंतरावर मधल्या पायऱ्या लिहून पट्टीच्या दुसऱ्या टोकावर चक्रातील शेवटचा दुवा लिहा. पट्टीच्या दुसऱ्या, मागच्या बाजूस 'ब' हे अक्षर लिहून त्याच क्रमाचे विरुद्ध चक्र लिहा. हे चक्र लिहिताना उलटे लिहा. खाली उदाहरण दिले आहे ते जलचक्र आहे.
२. अशा पद्धतीने उरलेली तीन चक्र म्हणजे हवेचे चक्र, कार्बन चक्र, नत्र चक्र लिहा.
३. आता चित्रात दाखवल्याप्रमाणे पट्टीला अर्धा पीळ घेऊन अ व ब ही टोके गोंदाने चिकटवा. त्यामुळे जलधारा-पाऊस जोडले जातील. बाणाने पुढे जाणारे हे चक्र अव्याहत चालू राहिल. मोबियसच्या पट्टीला सुरुवात आणि शेवट नसतो. बाणाच्या दिशेने जात राहिले तर ती सरळ रेषेत पट्टीच्या दोन्ही पृष्ठभागांवरून परत परत फिरत राहते.
४. या पट्टीची रुंदी चार ओळी असेल तर ती आडवी दोन ओळींवर कापा. सुटी केल्यावर एक मोठी कडी तयार होईल. याप्रमाणे वरील प्रत्येक चक्र हे मोठ्या सृष्टीत अडकले आहे, त्याचा भाग आहे.
५. पट्टीला अर्धा पीळ देऊन जोडण्याऐवजी अ व ब ही टोके पूर्ण पीळ देऊन जोडा आणि वरीलप्रमाणे मध्यावर

ऑगस्ट फर्डिनांड मोबियस नावाच्या जर्मन गणितज्ञाने एकच बाजू असलेली पट्टी शोधून काढली. तिचा वापर करून निसर्गचक्रे कशी चालतात, त्यांच्या घटकांचे एकमेकांत रूपांतर होत चक्र कसे अव्याहत चालू राहते याचे प्रात्यक्षिक पाहता येते.

जलचक्राचे घटकखाली उदाहरणात दिले आहेत. उरलेली तीन चक्रे खालीलप्रमाणे आहेत.

हवेचे चक्र : वनस्पती हवेतील कार्बन-डाय-ऑक्साइड शोषतात. त्यातील कार्बन वेगळा करून त्याचे अन्न बनवतात आणि प्राणवायू हवेत सोडतात. मानव आणि इतर प्राणी श्वासावाटे प्राणवायू आत घेतात आणि उच्छ्वासावाटे कर्बवायू बाहेर टाकतात.

कर्ब-चक्र : सजीव मृत होतो तेव्हा कार्बनची संयुगे शरीरात तशीच असतात. शरीराचे विघटन होते तेव्हा या संयुगातून कर्बवायू हवेत मिसळतो. हा कर्बवायू वनस्पती शोषतात आणि कार्बोहैड्रेट बनवतात. वनस्पतीच्या माध्यमातून ही कार्बोहैड्रेट अन्न म्हणून परत सजीवांच्या पोटात जातात.

नत्र-चक्र : जीवाणू हवेतील नत्रवायू शोषतात आणि जमिनीत नेतात. हा जमिनीतील नत्रवायू वनस्पती मुळावाटे शोषतात. त्यांच्या विविध अवयवांत नत्र वायूची संयुगे राहतात. वनस्पती अन्न म्हणून सजीवांच्या पोटात जातात. उत्सर्जित द्रव्याच्या वाटे आणि मृत झाल्यावर अवशेष सडण्याच्या क्रियेत नत्र पुन्हा वायुरूपात हवेत मिसळतो.

ही चारही चक्रे एकमेकांत आणि सजीवनिर्जीव सृष्टीत मिसळलेली आहेत.

कापा. दोन एकमेकांत गुंतलेली कडी निर्माण होतील. ही चार निसर्गचक्रे, सजीव, निर्जीव सृष्टी एकमेकीत या चक्राप्रमाणे गुंतलेली आहेत.

अ - पाऊस → नदी नाले समुद्र → सूर्यप्रकाश → बाष्पीभवन → ढग

ब - सांद्रीभवन → सूक्ष्मजलनिंदू → थेंब → वारा → जलधारा

अ - पाऊस → नदी नाले समुद्र → थेंब → वारा → जलधारा

पाण्यातील परिसंस्थेची प्रतिकृती बनवताय?



काचेच्या पेटीत मासे पाळून अनेक जण आपल्या दिवाणखान्याची शोभा वाढवतात, त्यातील माशांची देखभाल करतात. पाण्यातील पूर्ण जीवनचक्र असे दिवाणखान्यात ठेवता आले तर? ही कल्पना तुम्हांला कशी वाटते?

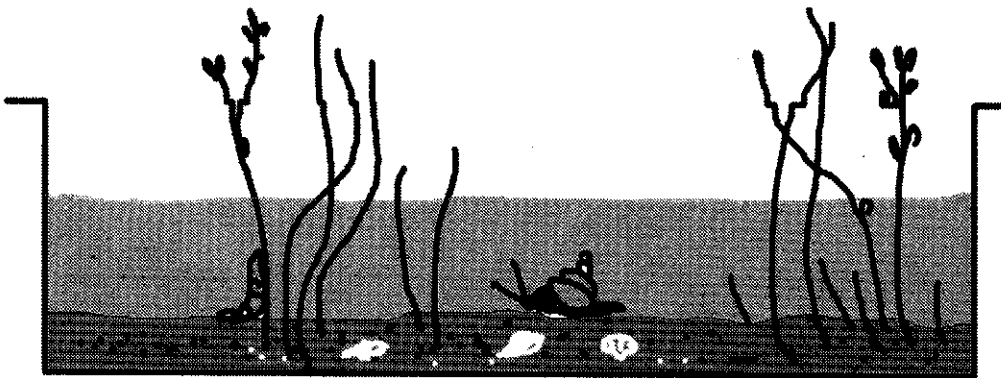
साहित्य : १०-१५ लिटर क्षमतेचे, रुंद तोंडाचे काचेचे भांडे, पाणवनस्पती, शंख-शिंपले, वाळू, माती, खडे, पाणी. (हे सर्व साहित्य माशांच्या टाक्या विकणाऱ्या दुकानात मिळते.)

कृती :

- बादलीमध्ये पाणी भरून मोकळ्या हवेत काही दिवस ठेवा. त्यामुळे त्यात भरपूर हवा विरघळते.
- भांड्याच्या तळाशी वाळू, खडे, तळ्याकाठची माती घाला.
- पाण्यातील रोपांच्या मुळांना हलक्या हाताने खडे बांधून त्या या मातीत रुतवा.
- मातीवर थोडे पाणी घाला. त्यावर गोगलगायीसारखे पाण्यातील जीव, शंख, शिंपले घाला आणि भांडे बादलीतील पाण्याने तीन-चतुर्थांश भरा. हे भांडे खिडकीत ठेवा. त्यावर सरळ सूर्यप्रकाश आला तर तापमान वाढते म्हणून ते मात्र टाळा. पाण्यातील रोपांना प्रकाश मिळेल याची मात्र काळजी घ्या. भांड्यावर झाकण ठेवा.
- चारपाच आठवडे थांबा. या रोपांची वाढ होताना तसेच इतर जलचर जीव हालचाली करताना दिसू लागतील. प्लॅस्टिकच्या पिशवीत पाणी भरून मासे घालून या भांड्यात ठेवा. दहा-बारा तासांनी पिशवीचे तोंड उघडून मासे भांड्यात मोकळे सोडा.

- चार-पाच आठवड्याने मासे, रोपे, शंखशिंपले, इतर सजीव एकमेकांपासून हवा, पाणी, अन्न मिळवतील. आणि पाण्यात एक पूर्ण परिसंस्था निर्माण होईल. भांड्याचे तोंड मेणाने हवाबंद करा. बाहेरच्या कोणत्याही घटकांची गरज आतल्या चक्राला लागत नाही.

पाण्यातील परिसंस्था प्रतिकृती दाखवणारे हे भांडे बनविणे फारसे खर्चीक नाही. एकदा तयार केली की त्याची फारशी देखभालही करावी लागत नाही. एकमेकांच्या गरजा एकमेकांपासून भागवणारे सर्व घटक त्यामध्ये बंदिस्त झाले आहेत. काही बाबी ध्यानात ठेवा. भांडे मोठे हवे. तीन-चतुर्थांश पाण्याने भरल्यावर वरती हवा राहिल. हवेतील व पाण्यातील प्राणवायू हिरव्या रोपांमुळे टिकून राहतो. स्वतःसाठी अन्न तयार करताना या वनस्पती कर्बवायू वापरतात आणि प्राणवायू उत्सर्जित करतात. शेवाळ गटातील वनस्पती दिसायला छान असल्या तरी भराभरा वाढतात, अधिक प्राणवायू वापरतात म्हणून इलोडिया गटातील वनस्पती वापरा. पाण्यातील सजीवांना त्या अन्न आणि प्राणवायू पुरवतील. या वनस्पती खाणारे व कमी प्राणवायू लागणारे मासे वापरा. गांडुळे व गोगलगायी (पाण्यातील जाती) जैविक पदार्थांचे विघटन करतात. अन्न पुरे होईल इतकेच सजीव प्राणी व त्यांच्या उत्सर्जित घटकावर वाढू शकतील इतक्या वनस्पती असतील तर एकमेकांतील समतोल साधला जाईल. एकाची संख्या वाढली तर अन्नाअभावी कमजोर जीव मृत होतील आणि संख्या पुन्हा नियंत्रणात येईल. शहरात नळाने येणाऱ्या पाण्यात क्लोरिन वायू मिसळलेला असतो. ते प्राणी जलसृष्टीला घातक ठरते. म्हणून प्रत्येक वेळी नळाच्या पाण्याऐवजी शक्यतो विहिरीचे पाणी वापरा.



घरातच वाढवा जंगल



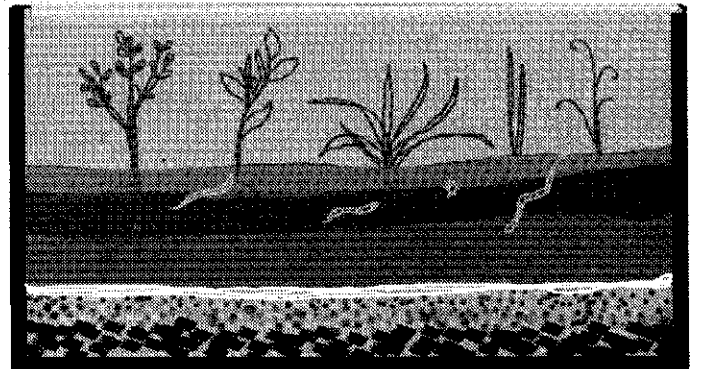
आपल्या दिवाणखान्याच एक छोटेसे जंगल वाढवता आले तर काय बहार येईल ना? ही कल्पना वाटते तितकी अशक्य नाही.

साहित्य : मासे ठेवायची काचेची पेटी, कुंड्या भरताना वापरली जाते ती माती, कोळशाची भरड पूड, वाळू, कृत्रिम कपड्याचे तुकडे, कात्री, पाणी, छोटी भांडी (रोपे लावण्यासाठी), खत, फावडे, लहान लहान दगड, गांडुळखत, पॉलिथिन इ.)

कृती :

- प्रत्यक्ष रानात जाऊन भर पावसाळ्यानंतरची सशक्त रोपे मुळाभोवतीच्या मातीसकट फावड्याने उपटून भांड्यात लावा. रोपे आणताना भरपूर विविधता असावी. त्याच भागातील थोडा कचरा मातीसकट उचलून आणा. बरोबर किडे, अळ्याही येतील. मात्र हे करताना त्या भागाचे कमीतकमी नुकसान होईल याची काळजी घ्या.
- काचेच्या पेटीत लहान दगडांचा अडीच सें.मी. रुंदीचा थर पसरा. त्यावर अर्धा सें.मी. रुंदीची कोळशाची भरडपूड पसरा. हा तळातील थर वरील पाण्याचा निचरा करील. कोळशामुळे पाणी गाळून खाली जाते.
- त्यावर कृत्रिम धाग्याचे कापड पसरा म्हणजे त्यावरील माती पाण्याबरोबर खाली जाणार नाही. जुने पायमोजे देखील कापून पसरता येतील.
- ६ भाग कुंडीची माती, २ भाग गांडुळमिश्रित माती (ही बागकामाची साधने विकणाऱ्या दुकानात मिळते.), २ भाग शेवाळ, १ भाग वाळू, १ भाग कोळशाची भरडपूड, शक्य असेल तर चांगल्या प्रतीच्या हाडांची भुकटी १/३ भाग असे घटक एकत्र करून नीट मिसळा आणि कापडावर ४ ते ५ सें.मी. रुंदीचा थर घाला.
- या थरात रोपांसाठी भोके पाडा. रोपांमध्ये अंतर ठेवा. आणलेल्या रोपांच्या मुळांची माती हलक्या हाताने झटकून ती रोपे ओल्या केलेल्या मातीच्या थरावर लावा. हाताने दाबा. रोपांमधील जागेत मातीसकट आणलेला कचरा, लहान दगड, काटक्यांचे तुकडे पसरा. रोपे लावताना विविधतेबरोबर त्यांची रचनाही सुंदर दिसेल याची काळजी घ्या.
- पेटीवर पारदर्शक पातळ प्लॅस्टिकचा तुकडा झाकण म्हणून पसरा आणि चिकटपट्टी लावून बंद करा.
- खिडकीजवळ ही पेटी ठेवा. प्रखर सूर्यप्रकाश येऊन काच तापू नये पण रोपांना पुरेसा सूर्यप्रकाश मिळावा. रोपे रुजून वाढू लागली की पेटी दुसऱ्या दिशेला फिरवत राहा. त्यामुळे सूर्यप्रकाशाच्या दिशेने वाढणारी झाडे सर्व दिशेने वाढतील.
- झाकणाच्या आतील बाजूस पाण्याचे लहान थेंब चमकताना दिसतील. दिसले नाहीत तर झाकणाचा कोपरा उचलून आत थोडे पाणी शिंपडा आणि झाकण परत लावा. जास्त मोठे थेंब जमले की थोडा वेळ पेटी उघडी ठेवा.
- थोड्याच दिवसांत काचेच्या पेटीत स्वयंपूर्ण जंगलाची प्रतिकृती तयार होईल. पाणी कमी जास्त करणे, रोपे फार झाली तर उपटणे, प्रकाश नीट सर्वजागी पोहोचवणे असे अधेमधे पाहावे लागते, पण एकूण देखभाल फारशी करावी लागत नाही.

या दिवाणखान्यात ठेवता येणाऱ्या जंगलात फुले येणारी रोपे लावता येतात. उंच वाढत नाहीत अशी रोपे, शेवाळ, गवताचे विविध प्रकार लावता येतात. कुजणाऱ्या काटक्या, पाने, किडे, गांडुळे, गोगलगायी असल्या की जंगल जिवंत वाटते. प्लॅस्टिकच्या झाकणामुळे सतत पाणी घालावे लागत नाही. रोपांची मुळे तळातील मातीमधले पाणी शोषतात. खोड, फांद्या, देठ, पाने असा प्रवास करत त्यांचे बाष्पीभवन होते. वरच्या प्लॅस्टिकवर थंड होऊन साचते. पाण्याचे थेंब होतात आणि 'पाऊस' होऊन पुन्हा रोपांवर पडतात. कर्बवायू, प्राणवायूचे चक्रही वनस्पती, प्राणी व कीटक यांमुळे पूर्ण होते. अशा तऱ्हेने जमिनीवरील स्वयंपूर्ण परिसंस्थेची प्रतिकृती काचेच्या पेटीत बंदिस्त करता येते.



छोट्यांची वसतिस्थाने



समुद्र, नाले, तळी, दलदल, वाळवंटे, गवताळ कुरणे, जंगले, थंड प्रदेश, बर्फाळ प्रदेश इत्यादी सजीव प्राण्यांची वसतिस्थाने (हॅबिटॅट) आहेत. एखादे वसतिस्थान अगदी छोट्या आकाराचेही असू शकते. कसे ते पाहू या.

साहित्य : दोरा, टेप, सूक्ष्मदर्शक भिंग, खुरपे, कागद, पेन्सिल.

कृती :

१. एक चौरस मीटर जागा निवडा. त्यावर झुडपे, गवत, दलदल असावी. दोरीने या जागेची सीमा निश्चित करा.
२. सूक्ष्मदर्शक भिंग वापरून या जागेचे नीट निरीक्षण करा. आणि दिसलेल्या सर्व गोष्टींची कागदावर नोंद करा. गवत, दगड, कीटक, रोपे, काटक्या, पाचोळा इ. सर्वांची नोंद करा.
३. या जागेवर तीनचार ठिकाणी खुरप्याने उकरून सूक्ष्मदर्शक भिंगाने पाहणी करा. जमिनीचा वरचा थर पाहा. जमीन ओलसर, वाळूमिश्रित, घट्ट, काळी, लाल, पिवळी, चिकट कोणत्या प्रकारची आहे? माती उकरल्यावर गांडुळे, मुंग्या, अळ्या, कीटक वगैरे मिळेल त्यांची नोंद करा. हे सजीव त्या जागेवर आपले संपूर्ण जीवन घालवतात. तेच त्यांचे वसतिस्थान आहे.
४. असे लहान वसतिस्थान तुम्ही स्वतंत्रपणे तयार होताना पाहू शकता. भोके पडलेल्या विटा, जुना पाईप, जंबुरी दगड किंवा एखादे जुने मोठे प्लॅस्टिकचे तसराळे खाली भोके पाडून त्यात माती भरून अंगणाच्या कोपऱ्यात ठेवा. मधेमधे माती ओली करा. काही दिवसांनी त्यामध्ये रोपे उगवतील, त्यांची मुळे भोकातून जमिनीत शिरतील. अळ्या, मुंग्या, किडे, त्यात राहू लागतील. एखादे रानफूलही उगवलेले दिसेल. तसराळ्यात, पाइपमध्ये, विटेवरती, एक संपूर्ण, स्वयंपूर्ण वसतिस्थान तयार झालेले असेल.

वसतिस्थान म्हणजे फक्त घर नव्हे, तर तो, ज्यामध्ये सजीव आपले पूर्ण जीवन घालवतात, जेथे राहतात, अन्नप्राणी शोधतात, जोडीदार मिळवतात, पुनरुत्पादन करतात आणि यथावकाश मृत होतात असा परिसर असतो. त्यांचे पूर्ण जीवनचक्र त्याच जागेत गरजा भागवत चालू राहते. हवा, पाणी, जमीन हे सर्वांत आवश्यक घटक, त्यांच्या उपलब्धतेनुसार सजीवाचे प्रकार बदलतात. उदा. हत्ती, जिराफ जास्त जागा व्यापतात तर हरीण, माकडे त्याहून कमी जागा व्यापतात. पण हे प्राणी जागा सतत बदलत राहतात. मुंग्या, अळ्यांना अशी छोटीशी जागा पुरते. तर उजेड कमी असलेल्या जागी झुरळे, उंदीर यांसारखे प्राणी राहतात. ओलसर, पाणथळ जागी गांडूळ, गोगलगायीसारखे ओलसर कातडीचे प्राणी वस्ती करतात मात्र वाळवंटात विंचू, साप, कीटक यांसारखे कोरड्या त्वचेचे प्राणी राहतात. जमिनीच्या कसावर कोणत्या वनस्पती तिथे उगवणार ते ठरते. बहुसंख्य सजीव आपल्याला मानवेल अशाच जागी वस्ती करतात. त्यांची संख्या बेसुमार वाढली तर ते नव्या जागी स्थलांतर करतात, मृत होतात आणि मग त्यांची संख्याही कमी होते. वातावरण बदलले तर सजीव मृत पावतात किंवा वातावरणातील नव्या बदलांशी जुळवून घेतात.



पाण्यात लपले आहे तरी काय?



डबके, तळे, ओढा या सर्वांमध्ये वसतिस्थान म्हणून बराच फरक असतो. पाण्यातील सजीव सृष्टी अनेक घटकांवर अवलंबून असते. या सजीव सृष्टीच्या अभ्यासासाठी आपल्याला वेगवेगळ्या गोष्टी वापरता येतील.

१. हातजाळी : हातजाळी दोन प्रकारची असतात. एकाचा उपयोग करून पृष्ठभागाजवळील किडे, मासे, लहानमोठ्या वनस्पती पकडता येतात, तर दुसरीचा उपयोग पाण्याच्या साठ्याच्या तळाजवळचे सजीव, निर्जीव नमुने गोळा करण्यासाठी होतो. आपल्याला ही जाळी घरगुती वस्तू वापरून तयार करता येतात. एक जाड तार घेऊन त्याचे वर्तुळ करा आणि उरलेली तार दांडा जोडण्यासाठी वापरा. जाळीदार पण घट्ट अशा कृत्रिम धाग्याच्या कापडाची एक-तृतीयांश मीटर उंचीची पिशवी शिवून या गोलावर सुईदोरा वापरून टाचा. मीटरभर लांबीचा लाकडी दांडा या पिशवीला तारेने जोडा. दांड्यामुळे पिशवी मुलभतेने पाण्यावर फिरवता येते. अशीच जाळी इंग्रजी 'डी' या आकाराच्या तारेला पिशवी जोडून तयार करा. पिशवी अर्धा मीटर उंचीची घ्या आणि दांडा दोन-अडीच मीटर लांबीचा, मजबूत हवा. म्हणजे तळाजवळचे नमुने सरळ तारेमुळे खरवडून घेता येतात.

२. बादली : पत्र्याची एक बसकी बादली घेऊन तिच्या तळाला भोके पाडा. त्यासाठी एक खिळा आणि हातोडा वापरता येईल. बादलीच्या कडीला दोर बांधून ती पाण्यात सोडता येते आणि तळातील गाळ, माती, चिखल त्यातून वर काढता येतो.

३. पत्र्याची जाळी : एक मि.मी. चौकोनी भोके असलेली तारेची जाळी ३० सें.मी. लांबीरुंदीच्या लाकडाच्या चौकटीवर खिळे वापरून बसवा. ही जाळी पाण्यातील तळाचा गाळ अभ्यासण्यासाठी उपयोगात येते. वरती चिखल ठेवून पाणी ओतले तर माती निघून जाते आणि उरलेल्या वनस्पती, खडे जाळीवर राहतात.

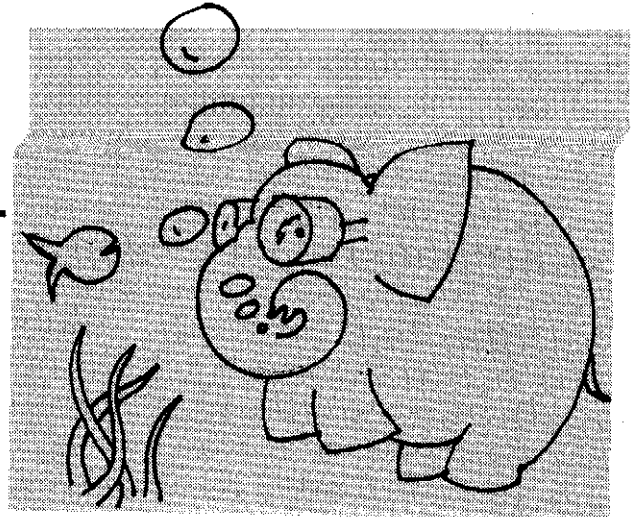
४. पाण्याचे भिंग : एका गोल पत्र्याच्या डब्याचा तळ काढून त्याच्या अंतर्भागाला काळा रंग द्या. एक जाड पारदर्शक प्लॅस्टिकचा तुकडा रबरबँड वापरून तळाला गच्च अडकवा. हा डबा पाण्यात थोडासा बुडवला की पाण्याच्या दाबामुळे प्लॅस्टिक तुकड्याचे बहिर्गोल भिंग बनते आणि तळातील सजीव, निर्जीव वस्तू सूक्ष्मदर्शक भिंगातून पाहिल्याप्रमाणे मोठ्या दिसतात. पाण्यात पोहोचणारा सूर्यप्रकाश आणि पाण्याची स्वच्छता यांवर कितपत खोल दिसेल हे अवलंबून आहे.

५. मोजपट्टी : पाण्याची खोली किती आहे हे वरून मोजण्यासाठी ही मोजपट्टी वापरता येते. लांब दोरीच्या एका

टोकाला एक दगड वेढे देऊन बांधा आणि दर अर्ध्या मीटरवर रंगीत दोऱ्याच्या गाठी मारा. पाण्यात सोडताना या गाठी मोजा म्हणजे दगड खाली जमिनीला टेकला की दोरा हलका होतो आणि गाठीच्या संख्येवरून खोली कळते. तारेच्या सुरक्षित वेटोळ्यात तापमापक ठेवा आणि वेटोळ्याला वरती त्याच तारेचा एक हूक बनवा. कोणत्याही गाठीला हा हूक अडकवून कोणत्याही खोलीवरील पाण्याचे तापमान मोजता येते. तापमापक मात्र झटक्याचा हवा म्हणजे वर आणून झटकेपर्यंत त्यावरील तापमानाची नोंद बदलणार नाही.

६. सेकीची चकती : पाण्यामध्ये किती खोलवर प्रकाश पोहोचतो हे मोजण्यासाठी सेकीची चकती उपयोगी पडते. पत्र्याची गोल चकती घ्या. तिचे चार भाग करा. दोन काळे व दोन पांढरे रंगवा. मध्यभागी एक भोक पाडून दोरा अथवा तार घाला. मागच्या बाजूस एखादे जड कडे अडकवा म्हणजे ही चकती चटकन बुडेल. वरील बाजूस दोरा बांधून त्या दोऱ्याला दर अर्ध्या मीटरवर गाठी मारा. ही चकती सावकाश पाण्यात बुडवा. जिथवर चकती स्पष्ट दिसते तिथवर प्रकाश पोहोचतो असे समजा. गाठी मोजल्यामुळे पाण्याची खोली चटकन काढता येते. त्या खोलीपर्यंत अन्नपदार्थ बनवले जातात. विशेषतः तळ्यामध्ये गढूळ पाणी असले की फार खोलीवर प्रकाश पोहोचू शकत नाही. वनस्पतींना अन्न तयार करण्यासाठी प्रकाशाची गरज असते.

वरील सर्व उपकरणे जलसृष्टीचा अभ्यास करण्यासाठी उपयुक्त आहेत.



जलसृष्टी...



तळे, नाला, डबके, ओढा, नदी, डोह, वळचणीचे पाणी इत्यादी पाण्याच्या जागांचा अभ्यास करा.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, थर्मामीटर, भिंग, लाकडाचे तुकडे, प्लॅस्टिकचे पेले, टेप, रबरी बूट, वरील सर्व उपकरणे.

कृती :

१. प्रथम पाण्याच्या साठ्याचे निरीक्षण करा. पाणी किती स्थिर आहे ते लाटांच्या स्थितीवरून कळू शकते. अनेकदा पाण्यावर वनस्पती उगवलेल्या असतात. त्यांच्या पानांचा पातळ थर पाण्यावर पसरलेला असतो. कधी पाण्यावर तेलकट तवंग दिसतो, तर कधी शेवाळाच्या जाती पाण्यावर पसरलेल्या असतात. या सर्व गोष्टी पाण्याचे प्रदूषण दाखवतात. पाण्याचा वास घ्या. कुजलेला वास आला तर पाण्यामध्ये सांडपाणी मिसळले आहे, हे समजते.
२. पाण्याचा रंग, गढूळ, लालसर, तपकिरी दिसला तर प्रकाश आतवर पोहोचत नाही हे समजा. सेकीची चकती वापरून पाण्याची नितळता तपासा. पाण्यात शिरणारा प्रकाश अनेक घटकांमुळे अडवला जातो. पाण्यात विरघळलेली वा कणरूप तरंगणारी माती आणि रासायनिक द्रव्ये, सूक्ष्मदर्शकातूनच दिसू शकतील अशा वनस्पती आणि प्राणी, कचरा, चिखल इ. मुळे प्रकाश पाण्यात खोलवर शिरू शकत नाही. पावसाळ्यात अनेक ठिकाणांहून पाणी साठ्यात येत राहते. त्यामुळे पाण्यातील हालचाल वाढते. तळातील माती वर येते आणि पाणी गढूळ बनते. सेकीची चकती वापरून पावसाळ्याआधी आणि नंतर नितळतेत पडणारा फरक पाहा.
४. वाहती नदी वा ओढा असला तर वळचणीला, मधल्या वाहत्या भागात, खडकाजवळ असलेल्या खळबळत्या पाण्यात, डोह, भोवरे असलेल्या जागेच्या पाण्याच्या स्वरूपात फरक पडतो. पाण्याची खोली, प्रकाश पोहोचतो तिथवरची खोली यांतही फरक असतो. पाण्याकडे पाहून खोलीचा अंदाज करा आणि मग मोजपट्टी वापरून मोजा.
५. प्रवाहामध्ये उंचीनुसार वेगवेगळ्या थरांतून पाणी वाहते. त्याचे तापमान वेगळे असते. मोजपट्टीला तापमापक जोडून या थरांचे तापमान पाहा. उन्हा पडलेल्या भागात, झाडांच्या सावलीत तापमानात फरक दिसेल.
६. पाण्यात असणाऱ्या प्राणवायूच्या प्रमाणावर पाण्यातील

सजीव सृष्टी अवलंबून असते. प्रवाही पाण्यात वेगामुळे प्राणवायूचे प्रमाण बदलते. प्रवाहाचा वेग मोजण्यासाठी दोघांनी वाहत्या पाण्यात साधारण ५० मीटरवर उभे राहावे. एकाने लाकडाचा तुकडा प्रवाहात सोडताना घड्याळ सुरू करायचे आणि दुसऱ्याकडे तो तुकडा पोचला की त्याने हात वर करून खूण करताच घड्याळ बंद करायचे. त्यामुळे वेळेतील फरक सेकंदांत मोजता येईल. मीटरमधील अंतराला सेकंदाच्या संख्येने भागले की प्रवाहाचा वेग काढता येतो.

७. पाण्यात अर्धे बुडालेले खडक पाहा. पाण्यात बुडालेल्या आणि न बुडालेल्या भागांतील फरक चटकन लक्षात येईल. पाण्यातील खडकाच्या कडा प्रवाहामुळे झिजून गोलसर होतात. खडकाच्या आधाराने वनस्पती, शेवाळ उगवते. त्यावर अनेक प्रकारचे किडे, खेकडे, शिंपल्यासारखे कठीण कवचाचे प्राणी राहतात. काही खडक जास्त सच्छिद्र असतात. त्यांतील भोकांतून किडे राहतात. खडकाजवळ वनस्पती असतील तर प्राणी अधिक संख्येने आढळतात. विशेषतः जिथे साचलेले पाणी आणि खडक आहेत त्या जागी अनेक प्रकारचे सूक्ष्म जीव दिसतात. सूक्ष्मदर्शक भिंग वापरून त्यांचे निरीक्षण करा.
८. पाण्याच्या सभोवती वनस्पतिसृष्टीही विविधतेने परिपूर्ण असते. या वनस्पतींची वर्गवारी करून नोंद करा. पाण्याजवळ दलदल असेल तर त्यात मुळे धरू शकणारी झुडपे आढळतात. पाण्याच्या पृष्ठभागावर यावीत म्हणून त्यांची खोडे उंच असतात आणि मुळे जमिनीत घट्ट रुतलेली असतात. ती फक्त इंचभर चिखलात असतात त्यामुळे अगदी सहजतेने उचलता येतात. तळ्याच्या कडेला पाण्याच्या पृष्ठभागी पानांबरोबर पसरलेली मुळे असतात आणि त्याच पातळीत त्यावर फुलेही उमलतात. या वनस्पतींना मुळांसाठी जमिनीची गरज भासत नाही. जणू पाना-फुलांचा, मुळांचा गालिचा पसरला आहे असे दिसते. खाली पाणी आहे हे दिसतच नाही. काही ठिकाणी पाण्याला हिरवट वा निळसर रंग येतो तो सूक्ष्म वनस्पती किंवा जीवाणूंमुळे येतो. हे सजीव साध्या सूक्ष्मदर्शकातून दिसू शकत नाहीत. जास्त क्षमतेच्या सूक्ष्मदर्शकाखाली (कंपाउंड मायक्रोस्कोप) अशा पाण्याचा थेंब ठेवला तर ते सजीव पाहता येतात.
९. वाहत्या, संथ, साचलेल्या, चिखलमिश्रित अशा विविध प्रकारच्या पाण्याचे नमुने प्लॅस्टिकच्या पेल्यात घ्या

आणि त्यातील प्राणिजीवन पाहा. कोश, अंडी किंवा अळी अवस्थेतील कीटकांचे अनेक नमुने पाहायला मिळतील. साध्या डोळ्यांना ते चटकन दिसत नाहीत, पण त्यांची हालचाल दिसू शकते.

१०. पाण्यामध्ये भरपूर मासे आणि इतर प्राणी असणे हे एक चांगले लक्षण आहे. पाण्यात प्राणवायूचे प्रमाण जास्त आहे, असा त्याचा अर्थ होतो. याशिवाय बेडूक, कासव, खेकडे, साप, पाणपक्षी आणि कीटक वर्गातील काही प्राणी पाण्यात आढळतात. उथळ आणि खोल पाण्यात वापरायची हातजाळी वापरून हे प्राणी अथवा लहानमोठे मासे पकडा. जाळी बसवलेल्या चौकटीवर ही हातजाळी पसरून उलट करा आणि त्यांचे निरीक्षण, वर्गीकरण, नोंदी करून झाल्यावर परत पाण्यात सोडा. जाळ्यात येणारे कीटक, वनस्पतीही पाहा.
११. पाण्याच्या तळातील गाळ बादलीने उपसा आणि एखाद्या जाळीवर टाकून तपासा. त्यातील प्राणी, वनस्पती वेगवेगळ्या प्रकारच्या आढळतील. पाण्याच्या पृष्ठभागावर काही कीटक भराभरा पळू शकतात. त्यांना हातजाळीने पकडून निरीक्षण करा. त्यांच्या शरीरावर तेलकट द्रावाचा थर असतो, त्यामुळे पाण्याचा पृष्ठीय ताण वाढतो आणि ते जड असूनही पाण्यावर तोलले जातात, पळू शकतात. काही प्राण्यांचा संचार पाण्यात असतो. फक्त प्राणवायू घेण्यासाठी ते पृष्ठभागावर येतात. असे प्राणी फार खोल जात नाहीत. त्यांनी सोडलेल्या उच्छ्वासाचे बुडबुडे पाण्यावर दिसतात त्यावरून अशा प्राण्यांचे अस्तित्व कळते.
१२. पाण्याच्या तळाशी कमी प्रकाश पोचेल अशा जागीही अनेक वनस्पती आढळतात. त्यांच्या पानामागे सापडणाऱ्या कीटकांच्या प्रजातींमध्येही विविधता आढळते. कोणत्या प्रकारच्या जमिनीवर पाणी आहे, त्यावर पाण्यातील वनस्पतिजीवन आणि पर्यायाने प्राणिजीवन अवलंबून असते. खडकावरील जलाशयापेक्षा माती, चिखल असलेल्या जलाशयातील प्राणिसंख्या आणि विविधता जास्त असते. कारण खाद्य आणि प्राणवायू भरपूर प्रमाणात असतो आणि मुळे रुजण्यासाठी जमीन असते. वाळूमय जमिनीत वनस्पती मुळे घट्ट रोवून प्रवाहाशी टक्कर देऊ शकत नाहीत. म्हणून अशा जलाशयात वनस्पती आणि त्यामुळे खाद्य कमी होते म्हणून प्राणीही कमी असतात.
१३. जलाशयातील पर्यावरणामध्ये काही बाबी ठळकपणे नजरेला पडतात. ज्या प्रकारच्या वनस्पती असतात ते खाद्य असणारे कीटक आणि प्राणी त्या जागी सापडतात. निसर्गात अन्न, पाणी, हवा यांचा आपोआप समतोल साधलेला असतो. पाण्यावर पसरलेल्या वनस्पतींची पाने उलट करून पाहा. पानामागे ती पाने खाणाऱ्या

रेल्वे-प्रवासात समुद्रापाशी उग्र वासाची खाजणे लागतात. त्यात तळाशी दलदल, चिखल असतो त्यामुळे वरती विशिष्ट वनस्पती मोठ्या प्रमाणावर वाढतात. झुडुपासारख्या दिसणाऱ्या या वनस्पतींच्या तळाशी अनेक मासे, पक्षी, कठीण कवचाचे समुद्री प्राणी अंडी घालतात. नदी, मोठी तळी, सरोवरे यांच्या काठाशीही गोड्या पाण्यातील प्राणी अंडी घालतात. (अशा खाजणामुळे पूर आला तरी किनाऱ्याकडे पोहोचेपर्यंत त्यांचा जोर कमी होतो.) पाण्यातील प्रदूषण यामुळे काही प्रमाणात कमी होते. भरती-ओहोटीच्या वेळी यात पाणी शिरते आणि मासे अंडी घालून परत जाऊ शकतात. दलदलीतील या वनस्पतीवर कीटक जगतात आणि त्यावर इतर प्राणी जगतात. भराव टाकून अशा जागा वापरणे पाण्यातील पर्यावरणाला हानिकारक असते.

गोगलगायी, कीटक यांची भरपूर अंडी सापडतील. जलाशयाची स्थिती जशी बदलते तसतसे त्यावर अवलंबून असलेले वनस्पती आणि प्राणिजीवनही बदलते. अनेक कारणांमुळे हवामान, पाऊस इत्यादींचे प्रमाण बदलते. जलाशयात एखाद्या नव्या कारखान्यातील सांडपाणी, रासायनिक मळी इ. सोडली जाऊन प्रदूषण होते. त्यामुळे पाण्यातील वनस्पतींचे प्रमाण कमीजास्त होते. त्या वनस्पतींवर जगणारे काही प्राणी स्वतःमध्ये बदल घडवतात आणि टिकून राहतात. काही मात्र बदलू शकत नाहीत. जे बदलत नाहीत त्यांची संख्या कमी होऊन ते हळूहळू नाहीसे होतात. नदी प्रदूषित होत जाते तसे वनस्पती, प्राणी नष्ट झालेले अनेकदा घडलेले आपण पाहतो.

तळ्याचे निरीक्षण करताना त्याची स्थिती नीट पाहा. जेव्हा तळे निर्माण होते तेव्हाच त्याच्या व्हासाला सुरुवात होते. काठावरती वनस्पती उगवतात. त्यांची पाने, फांद्या, मृत रोपे, प्रथम तळ्याच्या काठाशी आणि नंतर तळाशी जाऊन बसतात आणि तळे बुजवण्याची प्रक्रिया चालू होते. मृत प्राण्यांच्या शरीरामुळे त्यात भर पडते. पावसाळ्यात पाण्याच्या लोटाबरोबर त्यात माती वाहून येते आणि तळाशी साचते. तसे तळे उथळ होत जाते. काठावरच्या वनस्पती आतवर वाढतात आणि दलदल वाढते. तळ्याचा विस्तार कमीकमी होत नंतर सर्वत्र दलदल उरते.

रानातली भटकंती



गावाबाहेरचे रान उंचावरून पाहिले तर निरनिराळ्या प्रकारची झाडे-झुडूपे दिसतात. फुलपाखरे वा पक्षी उडताना दिसतात. त्यांची पाहणी केली तर प्राणिजीवनातील विविधता दिसेल.

साहित्य : मोठा कागद (चित्रकलेचा), पेन्सिल, पट्टी, भिंग, खुरपे, दोरी, बांबूचे तुकडे, रंगीत पेन्सिली वा खडू.

कृती :

- आपल्या गावाबाहेर जाऊन आसपासच्या रानावनाचा अभ्यास करणारी सहल आयोजित करता येते. क्षेत्रफळ आणि मुलांची संख्या यानुसार जमिनीचे चौरसाकृती तुकडे पाडा. खुणेसाठी कोपऱ्यावर बांबूचे तुकडे रोवून दोरी गुंडाळा. प्रत्येकाने एकएक तुकडा पूर्ण अभ्यासायचा आहे आणि नंतर तुलना करायची आहे.
- प्रथम जागेचा कच्चा आराखडा कागदावर योग्य प्रमाण घेऊन काढा. उदा. तुकडा ५०×५० मीटरचा असेल तर कागदावर २५×२५ सें.मी.चा चौरस काढा. १ सें.मी. म्हणजे २ मीटर हे प्रमाण धरले आहे. त्यात मोठी झाडे, खडक वगैरे ठळक वस्तू दाखवा.
- यामध्ये रंग शोधणे ही सुरुवात असेल. हिरव्या रंगाच्या पाच-सहा छटा सहज सापडतील. लाल, गुलाबी, नारिंगी, तपकिरी, पिवळा, पांढरा इत्यादी रंगाचे जे काही जिथे दिसेल ते सारे कागदावर नोंदवा.
- आता गवताच्या वेगवेगळ्या जाती शोधा. काही ठिकाणी जमिनीलगत पसरलेले, काही जागी पोटरीपर्यंत, तर काही ठिकाणी कंबरेपर्यंत गवत वाढलेले दिसेल. रानवेली, झुडूपे, निवडुंग जातीतील झाडे, करवंदीच्या जाळी असे वनस्पतींचे नमुने गोळा करा. काहींची पाने काटेरी असतात. ओरखडे उठणार नाहीत याची काळजी घ्या. कागदावर एकेक पान चिकटवून तक्ता सुशोभित करता येईल.
- जमिनीच्या तुकड्यावर कोणकोणत्या प्रकारची फुले आहेत? गवतासारख्या लहान रोपांनाही जांभळट, गुलाबी, पिवळी फुले येतात. लहान फुले सूक्ष्मदर्शक काचेतून पाहा. कळ्या, उमलणारी, उमललेली, कोमेजलेली, सुकलेली अशी फुले पाहा. बिया मिळतात का? ठरावीक मोसमात रोपांना फुले येतात. काही वेलींना तर गोल स्प्रिंगसारख्या गुंडाळ्या असतात. आधार पकडण्यासाठी त्या गुंडाळ्या वापरल्या जातात. काही वनस्पतींची पाने तेलकट असतात. त्यामुळे

पाणी जास्त वेळ टिकवून धरता येते.

- पानावरती भोके पडलेली दिसली की जवळपास अळ्या आहेत हे नक्की होते. अशा पानाच्या मागच्या बाजूस अळ्यांनी चाललेले नागमोडी मार्ग दिसतात. आसपास लहान, काळी, पांढरी, गोल, लांबट अशी अंडीही दिसतात. जागेवरती फिरून पाहणी केली तर अनेक प्रकारच्या मुंग्या, वाळवी, डोंगळे, कीटक दिसतात. जर जागा मोठी आणि जवळ शेतजमीन, जंगल असेल तर उंदीर, घुशी, ससे, साप, मुंगूस असे प्राणीही आढळतील.
- हातजाळी वापरून गवतावरचे, फुलावरचे, झाडांवरचे उडणारे टोळ, फुलपाखरे आदी कीटक पकडा. झाडे आणि त्यांवर आढळणारे कीटक यांचा संबंध आहे का? दहा प्रकारची झाडे आणि त्यांवरचे सजीव पाहून तुम्ही हा संबंध तपासून पाहू शकता.
- जेथे मऊ बिळे दिसतील तेथे खुरप्याने उकरा. गांडुळे किंवा इतर सरपटणाऱ्या अळ्या मिळतील.
- शेवटी सर्व मुलांनी केलेल्या नोंदी एकत्रित करून तुलना करा आणि संपूर्ण भूभागाचा अभ्यास करा. साम्य आणि फरक शोधा. ऊन, सावली, पाणी आणि कोरडी जागा, गवताळ, खडकाळ जागा यांमुळे वरील सजीव सृष्टीवर पडलेला फरक याची आपापसांत चर्चा करा.

शेतजमीन संपते आणि जंगल सुरू होते असे पट्टे या प्रकारच्या अभ्यासासाठी उपयुक्त ठरतात. जंगलातील मोठमोठी झाडे आणि प्राणी, भरपूर ऊन मिळणारे माळरान, शेतजमीन यांमध्ये फरक असतो. या पट्ट्यात दोन्ही प्रकारचे प्राणी आणि वनस्पतींचा वावर असतो. पाणथळ जागेजवळील पर्यावरण आणखी वेगळे असते. वरीलप्रमाणे अभ्यास करून आणखी तुलना केली तर त्या त्या जागेवरील सजीव सृष्टीतील फरक कळू शकतो. अशाच पद्धतीने, मुले मोठी असतील तर गावाजवळच्या जंगलाचाही अभ्यास करता येईल.

काळोखात दडलेली सृष्टी



ओळखीच्या परिसरात काळोख झाला की तोच परिसर आपल्याला अनोळखी वाटू लागतो. रात्रीचे फिरणे हा बदल टिपू शकते.

कृती :

- झाडे, झुडपे आहेत अशी एखादी जागा दिवसा फिरून नीट पाहून ठेवा. विशेषतः खडक, जलाशय, मोठी झाडे इ. खुणा लक्षात ठेवा. डोक्याच्या उंचीवरती येणाऱ्या फांद्या कापून टाका. फिरण्याचा मार्ग निश्चित करा. कागदावर कच्चा नकाशा काढला तर आणखी चांगले.
- अनेकांना काळोखाची भीती वाटते. काळोखापेक्षा काळोखामुळे परिसर दिसत नाही आणि अनोळखी होतो; त्याची भीती वाटते. त्यामध्ये काहीतरी भयानक लपलेले आहे, ते अनपेक्षितपणे पुढे आले तर... या केवळ कल्पनेमुळेच आपल्याला भीती वाटते.
- फिरण्यापूर्वी काळोखात पंधरा-वीस मिनिटे स्वस्थ उभे राहा. म्हणजे डोळे अंधाराला सरावतील. शक्यतो विजेरी (प्रखर बॅटरी) वापरू नका, पण जरूरी लागेल म्हणून जवळ ठेवा. मार्गाचा नकाशा पाहावा लागला तर लाल रंगाचा कागद विजेरीवर ठेवून त्या प्रकाशात पाहा. म्हणजे डोळ्याची बाहुली लहानमोठी होऊन त्रास होणार नाही. लाल प्रकाशात दिसते, पण बाहुलीच्या अवस्थेत फरक पडत नाही.
- रात्रीचे फिरणे नेहमी गटाने करा. एक दोरी हातात धरून तिला दर तीन मीटरवर गाठ मारा. प्रत्येकाने गाठ हातात धरून चालावे म्हणजे चुकामूक होणार नाही आणि भीतीही वाटणार नाही.
- दिवस व रात्रीत फक्त प्रकाशाचाच फरक असतो असे नाही तर तापमान, आर्द्रता (हवेतील पाण्याचे प्रमाण), वास, आवाज, प्राणी यांतही फरक पडतो. झाडांचे बुंधे रात्री किंचित मोठे होतात; कारण पाण्याचा अंश रात्री जास्त असतो.
- पौर्णिमेची रात्र फिरण्यासाठी निवडा म्हणजे भरपूर चंद्रप्रकाश असेल. झाडे, तळी, ढग, प्राण्यांचे डोळे, पाने यांवरून चंद्रप्रकाश परावर्तित होतो आणि परिसर चांदण्यात न्हाऊन आणखी सुंदर दिसतो.
- काळोखात सरळ पाहण्यापेक्षा तिरके पाहावे. कारण डोळ्याच्या पडद्यावर मध्यभागी असलेल्या कोनपेशीपेक्षा कडेला असणाऱ्या दंडगोलपेशी (रॉड्स) कमी प्रकाशात अधिक चांगले पाहू शकतात. मोठ्या झाडांच्या बाह्य

आकारावरून ती झाडे ओळखता येतात का?

- रात्रीच्या वेळी प्रतिध्वनी अगदी स्पष्ट येतो. जोराने ओरडून वा टाळी वाजवून दूरच्या अडथळ्याकडून येणारा प्रतिध्वनी ऐका आणि अंतराबद्दल अंदाज करा. आवाजाच्या लहरी तीन सेकंदांत १ कि.मी. प्रवास करतात. १ कि.मी. अंतरावरच्या डोंगरावरून आवाजाचा प्रतिध्वनी ६ सेकंदांनी ऐकू येईल.
- रात्रीच्या वेळी वास आणि स्पर्शाचा अधिक चांगला वापर करता येतो. रात्री अनेक प्रकारची फुले उमलतात. दीर्घश्वास घेऊन पाहा. वासावरून पाने, झाडे, फुले ओळखा. स्पर्शाने पाने, फुले चाचपून पाहा. मोठ्या झाडांची खोडे, लहान झाडांच्या खोडापेक्षा किंचित गरम लागतात. लाकूड उष्णतेचे मंदवाहक असल्याने खोडे उष्णता धरून ठेवतात, पण पानेफुले पटकन थंड होतात.

रात्रीच्या फिरण्यामधील अनुभव लिहून काढा.

लांडगा, कोल्हा, हरीण यांसारखे प्राणी दिवसा व रात्री सारखेच जागे असतात, फिरत असतात. काही प्राणी उदा. अस्वल, घूस, घुबड, वटवाघूळ, रानमांजर, रानडुक्कर रात्रीची फिरतात. त्यांना निशाचर म्हणतात. तर खारी, मेंढरे, पक्षी, माकडे फक्त दिवसा फिरतात.

रात्रीची दृष्टी तपासण्यासाठी एक छोटा प्रयोग करून पाहा. पांढरे कागद काठीला अडकवून निशाणे बनवा आणि सरळ रेषेत २ मीटर अंतरावर खोचा. उजेडातून काळोखात गेल्यावर किती कागद दिसतात ते मोजा. नंतर काळोखात दहा-पंधरा मिनिटे राहून डोळे सरावले की पुन्हा कागद मोजा. आता आकडा जास्त येईल.

काही झाडांचे भाग तसेच काही प्राणी प्रकाश उत्पन्न करतात. काजव्याच्या शरीरात काही रसायने असतात. त्यांच्यामध्ये रासायनिक क्रिया होते आणि प्रकाश उत्पन्न होतो. या क्रियेत ज्वलन होत नसल्याने तापमान वाढत नाही. काळोखात दिसण्यासाठी काजवा प्रकाश उत्पन्न करीत नाही तर नरमादी एकमेकांना आकर्षित करण्यासाठी प्रकाश फेकतात. काही जीवाणू आणि भूछत्र जातीच्या (मशरूम्स) वनस्पतीही प्रकाश उत्पन्न करतात. बुरशीचे प्रकार, समुद्रातील माशांच्या काही जाती प्रकाश उत्पन्न करतात. रात्रीच्या वेळी समुद्रकिनाऱ्यावर फेरी मारली तर पाण्याबाहेर उडी मारणाऱ्या माशांचे खवलेही चमकताना दिसतात.

पर्यावरण २

या विभागात पर्यावरणाच्या संरक्षणासाठी उपयुक्त अशा कृती आहेत. पर्यावरणाचे प्रश्न हे कुणा एका व्यक्तीचे, समाजाचे, जमातीचे, देशाचे वा भूभागाचे नसून संपूर्ण पृथ्वीचे आहेत, हा विचार सर्वांच्या मनात रुजायला हवा. या विभागातील कृतींमुळे पर्यावरणाच्या प्रश्नांची, त्यांच्या कारणांची मुलांना कल्पना येईल. मानवजात स्वतःसाठी आणि पर्यायाने सर्व सजीव सृष्टीसाठी गंभीर समस्या निर्माण करत आहे. पर्यावरणाचे प्रमुख घटक हवा, पाणी, जमीन यांचे प्रश्न फक्त मानवच सोडवू शकतो. प्रचंड वेगाने वाढणारी लोकसंख्या आणि आहे तेवढीच राहणारी साधनसंपत्ती यांचा विचार व्हायला हवा. झाडांची संख्या झपाट्याने कमी होते आहे त्यामुळे उद्भवणारे प्रश्न, हरितगृह परिणाम, पर्यावरणाचे धोके यांवर आधारित कृतींची चर्चा या ठिकाणी करण्यात आलेली आहे. हवेतील प्रदूषण, ओझोन थराला पडलेली भोके, आम्लधर्मी पाऊस, ऊर्जेचे पर्यायी स्रोत, वायुप्रदूषण इ. प्रश्न मुलांना समजले पाहिजेत. हवा आणि जलप्रदूषण यांबद्दल सामुदायिक आणि वैयक्तिक जबाबदारीची जाणीव प्रत्येकाला होणे गरजेचे आहे.

पृथ्वीचे संरक्षण करणे ही सामुदायिक जबाबदारी आहे याची जाणीव होणे ही जबाबदारीत विचार व कृती करण्यासाठी पहिली पायरी आहे. पर्यावरण या विषयावरचे तीनही विभाग एकत्र केले तर यासंबंधातील प्राथमिक माहिती मुलांना चांगली समजू शकेल. आपली या विषयाबद्दल काय जबाबदारी आहे याबद्दल मुलांना मार्गदर्शन मिळेल.

कमीतकमी साधनसंपत्ती वापरा.

प्रत्येक वस्तू परत वापरता येईल असा तिच्यात बदल करा.

वापरा आणि फेका संस्कृतीचा त्याग करा.

निसर्गाचे वाटप



जगामध्ये दर मिनिटाला १६० बालके जन्माला येतात. लोकसंख्या वाढत जाते तशी त्या संख्येला लागणाऱ्या नैसर्गिक साधनसंपत्तीची गरज वाढते, पण ही संपत्ती मर्यादित आहे. खाली दिलेल्या खेळात लिमलेटच्या गोळ्या वापरून हे बघू या.

साहित्य : जितकी मुले आहेत तेवढ्याच लिमलेटच्या गोळ्या, कागद, पेन्सिल.

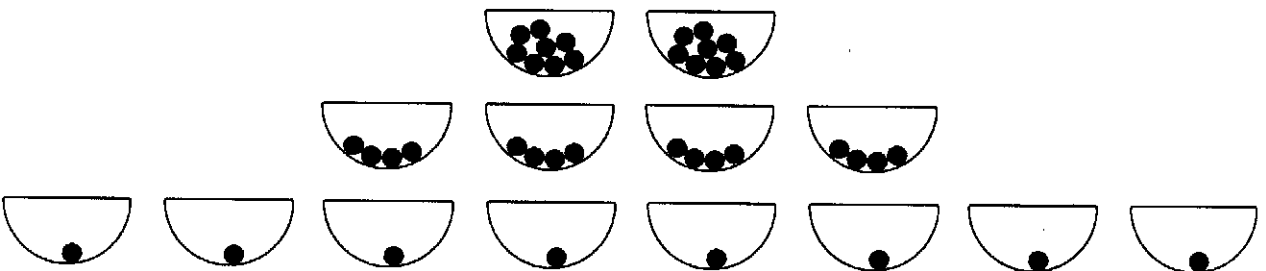
कृती :

१. सर्व गोळ्यांचा ढीग करा आणि दोन मुलांना समोर आणून बसवा. त्यांच्यासमोर कागद ठेवा. गोळ्यांचे समान वाटप करा. प्रत्येकाच्या वाट्याला किती गोळ्या येतात याची नोंद करा.
२. दोघांऐवजी चौघांना बसवून अशाच प्रकारे गोळ्या वाटा. आता प्रत्येकाच्या वाट्याला वरीलपेक्षा निम्म्या गोळ्या येतील. जशी मुलांची संख्या वाढेल तशी प्रत्येकाला मिळणाऱ्या गोळ्यांची संख्या कमी होत जाईल.
३. मुलांचे दोन गट करा. एका गटात चारच मुले ठेवा आणि इतर सर्व दुसऱ्या गटात ठेवा. गोळ्यांचे दोन समान भाग करून दोन्ही गटांना एकेक भाग द्या. गटामध्ये गोळ्यांचे स्वतंत्र वाटप करा. लहान संख्या असलेल्या गटातील प्रत्येकाला एकाहून अधिक गोळ्या येतील तर मोठा गट असलेल्या मुलांपैकी प्रत्येकाला एकाहून कमी गोळी मिळेल. गोळ्यांऐवजी पाणी, हवा, जमीन, अन्न ही नैसर्गिक साधने आहेत अशी कल्पना करा. हे वाटप कसे चुकीचे आहे हे मुलांनाच सांगू द्या.
४. लहान गट आपल्या गोळ्या समान वाटू शकतो, ज्या प्रत्येकाला मिळू शकतात. पण मोठ्या गटात गोळीसाठी

गेल्या चाळीस वर्षात जगाची लोकसंख्या २५० कोटीपासून ५०० कोटीपेक्षा जास्त झाली आहे. लोकसंख्या वाढली, की झाडे आणि प्राणी यांच्या वसाहतीवर अतिक्रमण होते. घरे-रस्ते-दुकाने-शाळा-इस्पितळे या सर्वांच्या संख्येत भर पडते. प्राणी व वनस्पतींसाठी तेवढी जागा कमी होते. जास्त संख्या जास्त कचरा निर्माण करतात म्हणून प्रदूषण वाढते. नैसर्गिक साधनांची गरजही वाढते. जी मर्यादित साधने आहेत त्यांचे वाटपही समान, न्यायपूर्ण होत नाही. एकूण लोकसंख्येपैकी २० टक्के लोक पाश्चात्य देशांत आहेत. एकूण साधनांपैकी ७०% संपत्तीचा उपभोग या २० टक्के लोकांकडून घेतला जातो. श्रीमंत देशांत अन्नधान्य त्यांना पुरून उरले इतके आहे तर गरीब देशांत दोन वेळ अन्न मिळणे कठीण जाईल असे जनसमूह आहेत. लोकसंख्या वाढीचा वेगही गरीब देशांत जास्त आहे. हे देश तंबाखू, कॉफी, ऊस, केळी अशी नगदी पिके घेऊन श्रीमंत देशांना विकतात. परंतु त्यांच्या अतिरेकामुळे आणि चुकीच्या शेतीतंत्रामुळे जमीनही बिघडते. त्याचा परिणाम अन्नसाखळीवर होतो. साधनांचे न्याय्य वाटप होणे आणि लोकसंख्या नियंत्रित ठेवणे असे उपाय योजणे गरजेचे आहे.

भांडणे सुरू होतील. काही जणांना अधिक गोळ्या आणि काहींना एकही नाही, याबद्दल मुलांना काय वाटते ते पाहा.

५. सर्वांनी एकत्र येऊन वाटप कसे करावे यावर चर्चा करा. शेवटी प्रत्येकाला एकेक गोळी खायला द्या.



निसर्ग कसा वाचवाल?



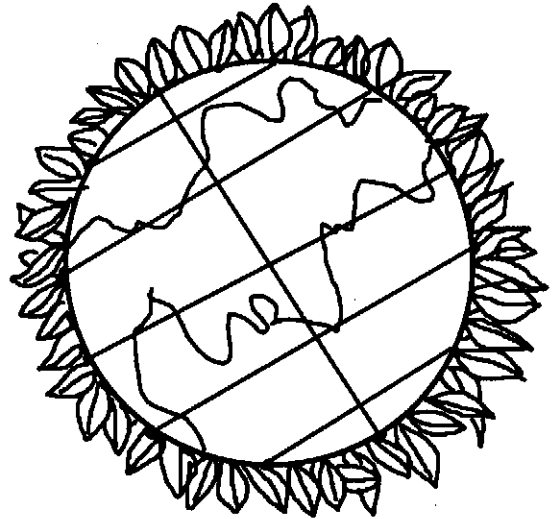
जेव्हा मोठ्या प्रमाणावर एखाद्या प्रदेशातील जंगले नाहीशी होतात, तेव्हा तेथील प्राणिजीवनही नष्ट होते. तेथील हवेची शुद्धता कमी होते. झाड लावणे हे पर्यावरणाच्या संरक्षणासाठी महत्त्वाचे आहे. प्रत्येकाने आपला खारीचा वाटा उचलला तर पृथ्वी हिरवीगार होईल.

साहित्य : रोप, खुरपे, पाणी, खत, काठ्या, दोरी.

कृती :

१. प्रत्येक गावात शेतीविभागाची केंद्रे असतात. अशा एका केंद्राला भेट द्या. कोणत्या प्रकारची झाडे हवामानाला अनुकूल आहेत; पाणी, खत किती द्यावे; निगा कशी राखावी याबद्दल तेथील शेतीतज्ज्ञ मोफत सल्ला देईल. किती जागा रिकामी आहे त्यावरून झाडांचे प्रकार आणि संख्या ठरवा.
२. शाळेत मैदानाच्या कडेला, घरातील अंगणात वा परसात माळरानावरील पायवाटेच्या दुतर्फा अशा जागा निवडा. ही कृती गटाने केली आणि प्रत्येकाला एकेक रोप लावून त्याची काळजी घ्यायला सांगितले तर आणखी चांगले.
३. जागा जास्त असेल तर फळझाडे, फुलझाडे, लाकूडफाट्यासाठी मोठी झाडे असे मिश्रण करा. पाण्याची उपलब्धता, पडणारी सावली याचा विचार करा. उंच वाढणारे झाड विजेच्या तारांजवळ लावू नका. प्रत्येक झाड उपयुक्त असतेच, पण विशेष गुणवत्ता असलेली, उपयोगी झाडे लावा. त्याचा सर्वांना फायदा होतो.
४. जागा आणि झाडांचा प्रकार निश्चित झाला की रोपवाटिकेतून रोपे आणा. प्लॅस्टिकच्या पिशवीत ही रोपे असतात. चारी बाजूला मोकळी जागा सोडून त्या पिशवीपेक्षा खोल खड्डा खणा. मातीत खत मिसळून खड्डा निम्मा भरा. पिशवी कापून हलकेच दूर करा आणि मातीसकट झाड खड्ड्यात ठेवा. उरलेल्या मातीने खड्डा भरा. पाणी शिंपडून दाबून माती भरा. मुळाभोवती आळे तयार करा आणि पुन्हा पाणी घाला.
५. चार बाजूंना काठ्या रोवून त्याभोवती सुतळी फिरवा म्हणजे तयार झालेल्या गोल पिंजऱ्यात रोप सुरक्षित वाढेल. मोठे झाले की काठ्या व दोरी काढून टाका.

झाडे फळे, फुले, बिया देतात. पक्षी तसेच प्राण्यांना व कीटकांना घरं पुरवतात. सावली देऊन तापमान खाली ठेवतात. झाडांमुळे जमिनीची धूप कमी होते. झाडांच्या लाकडापासून सरपण, दारेखिडक्या, टेबलखुर्च्या इ. बनते. सर्वांत महत्त्वाचे म्हणजे झाडे हवेतील कर्बवायू शोषून घेतात, त्यापासून अन्न बनवतात आणि प्राणवायू हवेत सोडतात. मानव जितकी झाडे तोडतो त्याच्या निम्म्यानेही नवी झाडे लावत नाही. जंगले हवामानाचे संतुलन राखतात, प्राणवायूचे प्रमाण वाढवतात. पृथ्वीच्या विषुववृत्तावरील पट्टा सदाहरित जंगलाने बनलेला आहे. पृथ्वीवरील अर्ध्याहून अधिक प्राणी आणि वनस्पती या जंगलांमध्ये राहतात. ही जंगले तोडून शेती केली जाते; इमारतींसाठी लाकूड वापरले जाते. धरणे बांधली की जमीन पाण्याखाली जाते व त्यावरील जंगले नष्ट होतात. जंगले तोडून गवताळ कुरणे केली जातात. जंगलांचे संवर्धन केले नाही तर पर्यावरण बिघडते. झाडे लावणे हा एकच उपाय यावर आहे.



बापरे, तापमान केवढे वाढते आहे!



झाडांची संख्या कमी होते आहे, कर्बवायूचे प्रमाण वाढते आहे अशा काही कारणामुळे पृथ्वीचे तापमान वाढत आहे. हे कसे होते कळण्यासाठी खालील प्रयोग करून पाहा.

साहित्य : दोन सारख्या काचेच्या बाटल्या, गडद रंगाच्या कपड्याचे तुकडे, तापमापक, कागद, पेन्सिल, घड्याळ.

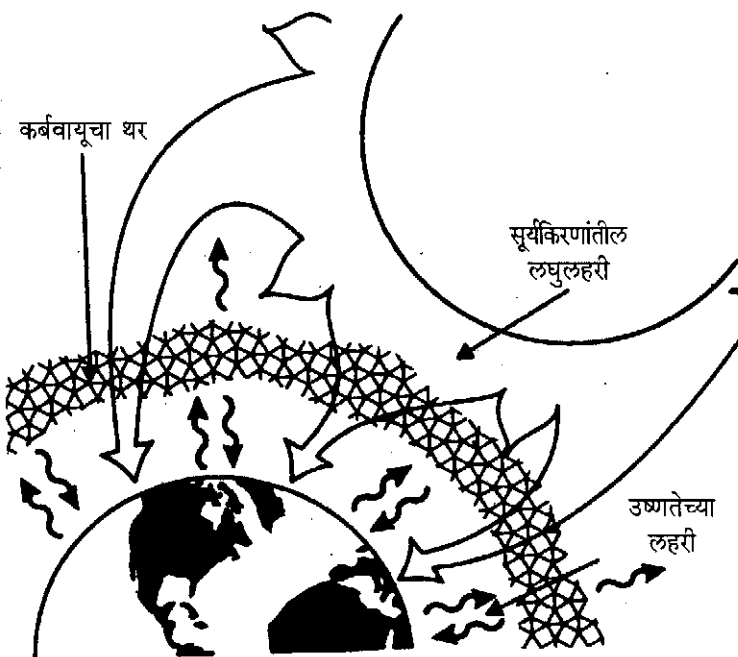
कृती :

१. दोन्ही बाटल्यांमध्ये कपडा घालून त्या उन्हात ठेवा. प्रत्येक बाटलीत तापमापक वरच्या बाजूला ठेवा. काचेतून तापमान पाहता यावे.
२. एका बाटलीचे झाकण लावा. दुसरीचे तोंड उघडे ठेवा. दोन्ही बाटल्यांची तोंडे सूर्यकिरणांच्या विरुद्ध दिशेने ठेवा.
३. तापमापकाच्या साहाय्याने घड्याळ वापरून दर पाच मिनिटांनी तापमान पाहा आणि दोन्ही बाटल्यांसाठी स्वतंत्र नोंद करा.
४. तापमान फारच वाढले की प्रयोग थांबवा, नाहीतर तापमापक फुटण्याची शक्यता आहे.
५. झाकण लावलेल्या बाटलीतील तापमान वेगाने वाढलेले आढळेल. हरितगृह परिणाम आणि या प्रयोगातील साम्य पाहा आणि इतरांना समजावून सांगा.
६. हवा ढगाळ असेल तेव्हा हा प्रयोग पुन्हा करून पाहा.

गेल्या शंभर वर्षांत पृथ्वीचे सरासरी तापमान 0.4° सेल्सियसने वाढले. जेव्हा पृथ्वीवर हिमयुग होते तेव्हा सरासरी तापमान आजच्या तापमानापेक्षा फक्त 3° सेल्सियसने कमी होते. यावरून समजून येते की, तापमानातील लहानसा बदलही हवामानात फार मोठा बदल घडवू शकतो. तापमान असेच वाढत राहिले तर दोन्ही ध्रुवांवरचे प्रचंड बर्फ वितळून समुद्रातील पाण्याची पातळी वाढेल. किनाऱ्यालगतची जमीन, बंदरांची अनेक मोठी शहरे पाण्याखाली जातील. पुरांचे प्रमाण वाढेल. प्राणी, वनस्पतिजीवनात बदल घडेल. अधिक संख्येने झाडे लावणे, ती टिकवणे, दूषित वायू निर्माण करणारे तंत्रज्ञान बदलणे असे उपाय यावर करता येतात. एक निरोगी झाड वर्षाला २० किलो कर्बवायूचे प्राणवायूत रूपांतर करते.

हरितगृहामध्ये पारदर्शक प्लॅस्टिकचे वा काचेचे छत असते. त्यातून उष्णतेची किरणे आत येतात. काच मंदावाहक असल्याने उष्णता बाहेर जाऊ शकत नाही. आतील तापमान इतर हवेपेक्षा जास्त राहते. याचा उपयोग करून भाजीपाला, फुलझाडे वगैरेची यशस्वी लागवड केली जाते. पृथ्वीच्या वातावरणात अशुद्ध वायूंचा एक थर साठत आहे. कार्बन, क्लोरिन, फ्लोरिन या मूलद्रव्यांची संयुगे असलेले हे वायू एक आवरण तयार करतात. त्यातून उष्णता आत येते पण बाहेर जाऊ शकत नाही. यामुळे पृथ्वीचे तापमान वाढत आहे. याला 'हरितगृह परिणाम' असे म्हणतात.

गेल्या शंभर वर्षांत कर्बवायूचे प्रमाण दुप्पट झाले आहे. वाहने, कारखाने, कोळसा व इतर जीवाश्म इंधनाचे ज्वलन यामुळे हे कर्बवायू वातावरणात सतत टाकले जात आहेत. सोबतच जंगलतोड झाल्यामुळे कर्बवायूचे प्राणवायूत होणाऱ्या रूपांतराचे प्रमाण मंदावले आहे.



प्रदूषणाचा कारखाना बघायचाय?

हिवाळ्यात धुके पडले की त्याच्या रंगावरून हवेतील प्रदूषण डोळ्यांना दिसू शकते. धुके पांढरेशुभ्र असले तर प्रदूषण कमी आहे, काळसर असले तर जास्त आहे असे समजा. बरणीत काळे धुके तयार करा.

साहित्य : काचेची बरणी, पाणी, ॲल्युमिनियमचा पातळ पत्रा, कागद, कात्री, बर्फाचे तुकडे, काडेपेटी.

कृती :

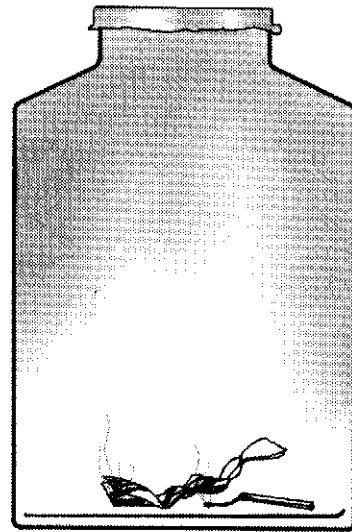
- कागदाची पट्टी (१५×१ सें.मी.) कापून अर्ध्यावर दुमडा आणि दोन भागांना पीळ देऊन त्याची काडी बनवा.
- ॲल्युमिनियमचा पातळ पत्रा काचेच्या बाटलीच्या तोंडावर दाबून बसवा आणि बाटलीचे झाकण बनवा. कात्रीने बाकीचा पत्रा कापून टाका. हे झाकण पटकन काढता, घालता यावे. एक टोक उचलले तर काढले जाईल आणि गच्च दाबून बसवले तर बरणी हवाबंद होईल.
- बरणीत पाणी घालून फिरवा आणि ओतून टाका. आतून पाणी काचेला चिकटलेले राहील.

बरणीतील काळे धुके आणि प्रत्यक्ष कारखान्याजवळच्या हवेत सकाळी दिसणारे धुके तयार होण्याची कृती एकच आहे.

काळ्या धुक्यामध्ये रसायनांच्या आणि इतर वस्तूंच्या ज्वलनाचा धूर मिसळलेला असतो. जेव्हा हवेतील तापमानात दिवसा आणि रात्री बदल घडतात तेव्हा हवेतील बाष्पाचे सांदीभवन होऊन हवेत पाण्याचे सूक्ष्म पांढरे कण तयार होतात. हेच धुके होय. धूळ, कचरा, धूर, रसायने इ. सूक्ष्म कण या बाष्पाच्या केंद्रस्थानी असले तर धुके काळे होते. वारा नसेल आणि दिवस व रात्रीतील तापमानात बराच फरक असेल तर धुके पडते. हवेत प्रदूषण असेल तर धुके काळे होते. जमिनीजवळच्या थंड हवेवर तुलनेने गरम हवेचा थर जमतो आणि तयार झालेले काळे धुके वर जाऊन हवेत पसरण्याचा वेग मंदावतो. शहराभोवती जर डोंगर-टेकड्यांचे कडे असेल तर त्यातही धुके अडवले जाते. अशा काळ्या धुक्यामुळे प्राणी, वनस्पतीच नव्हे तर पूल, इमारतीसाठी वापरण्यात आलेले लोखंड, पोलाद, ॲल्युमिनियम इत्यादींवरही दुष्परिणाम होतात.

प्राणवायूमध्ये दोन अणू असतात. ओझोन हा वायू प्राणवायूचे तीन अणू मिळून बनलेला रंगहीन वायू आहे. वाहनांतून, कारखान्यांतून येणाऱ्या धुरात ओझोन असतो. जमिनीलगतचा ओझोन हा काळ्या धुक्याचा एक भाग आहे. याच ओझोनचा एक थर जमिनीपासून १६ ते ४० कि.मी. अंतरावरही असतो. सूर्यकिरणातील हानिकारक अतिनील किरण रोखण्याचे महत्त्वाचे कार्य या ओझोनच्या थरामुळे होते. जमिनीलगत तयार होणारा ओझोन या थरापर्यंत पोहोचू शकत नाही. पृथ्वीवर तयार होणारी क्लोरिन, फ्लोरिन आणि कर्बवायूची ही संयुगे हवेपेक्षा हलकी असतात. ती वर जातात आणि या ओझोनच्या थराशी त्यांची रासायनिक क्रिया होऊन या थराला भोके पडतात. त्यामुळे अतिनील किरणांना होणारा नैसर्गिक अवरोध कमी होतो. हे किरण सजीवांच्या त्वचेला हानिकारक असतात. त्यांचे पृथ्वीवर येण्याचे प्रमाण वाढले तर त्वचेच्या कर्करोगासारखे विकार उद्भवतात. ओझोनच्या थराला भोके पाडणारी संयुगे १०० वर्षांपर्यंत नाश पावत नाहीत. जमिनीलगत ओझोनचा थर तयार होऊ न देणे, वरच्या ओझोन थराचे रक्षण करणे, क्लोरोफ्लुरोकार्बन तयार होऊ न देणे हे हवेचे प्रदूषण रोखण्याचे काही उपाय आहेत.

- काडेपेटीने कागदाच्या कडेला पेटवा आणि काडीसकट कागद बरणीत टाकून वर झाकण लावा. झाकणावर बर्फाचे तुकडे ठेवा. ही सर्व कृती झटपट करा.
- बरणीत काळसर धुके तयार झालेले दिसेल. प्रयोग पूर्ण झाल्यावर बरणी बाहेर नेऊन झाकण काढा.



यमदूताचे वाहन



वाहनातून बाहेर पडणारा धूर हवेचे प्रदूषण करीत असतो. हरितगृह परिणाम, काळे धुके, आम्ल पाऊस इ. प्रदूषण करणाऱ्या द्रव्यांत हा धूर भर टाकतो. वाहनातून येणारा धूर तपासा.

साहित्य : पांढरे पायमोजे किंवा सच्छिद्र कपडा, सूक्ष्मदर्शक काच, चिमटा.

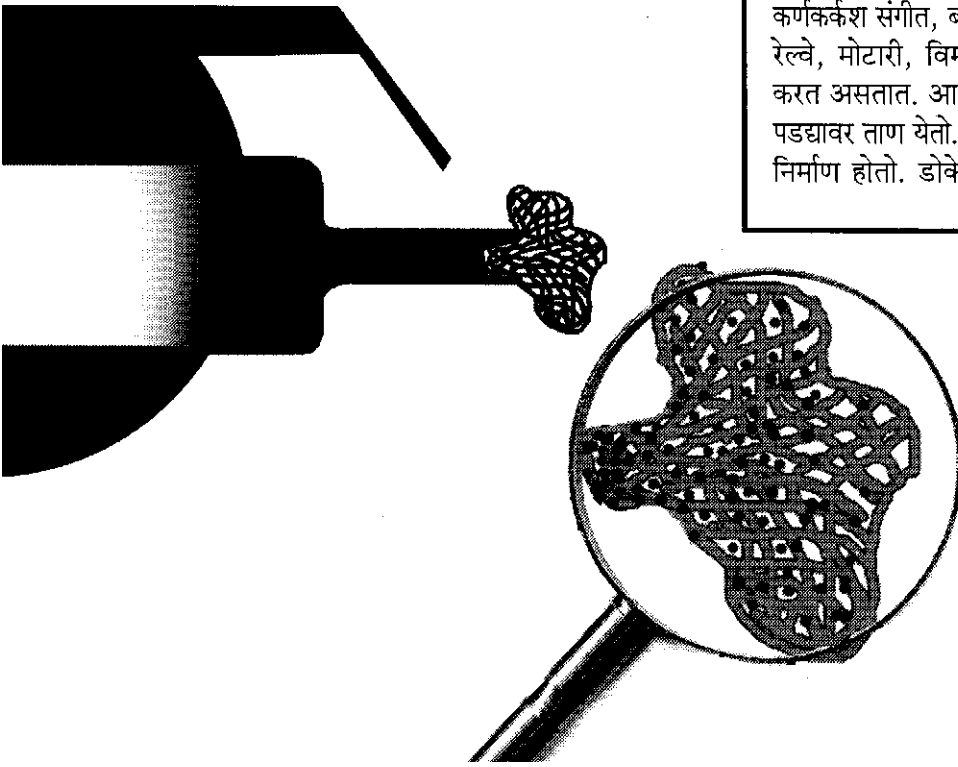
कृती :

१. हा प्रयोग मोठ्या माणसांच्या सहकार्याने, त्यांच्या उपस्थितीत करा.
२. प्रत्येक वाहनाच्या मागील बाजूस किंवा कडेला इंधन जळल्यावर येणारा धूर हवेत सोडण्यासाठी एक नळी असते (एक्झॉस्ट पाईप). त्यामध्ये पांढरा पायमोजा वा कपड्याचा बोळा घाला.
३. मोठ्या माणसाने दुचाकी (स्कूटर), तिचाकी (रिक्षा) किंवा चारचाकी (मोटर, ट्रक, टेम्पो इ.) चालू करून एक मिनिट जागच्या जागी फक्त इंजिन सुरू ठेवून बंद करायचे आहे.
४. चिमट्याने नळीतील बोळा बाहेर काढा. जाळीदार कपड्यामुळे आत बरेच काळे लहानमोठे कण अडकलेले दिसतील. सूक्ष्मदर्शक भिंगाने ते पाहा.
५. नव्या आणि जुन्या अशा वेगवेगळ्या बनावटींच्या वाहनांतून काढलेल्या बोळ्यांची तुलना करा. जी वाहने

मानवी उपयोगासाठी वापरल्या जाणाऱ्या ऊर्जेचा फार मोठा हिस्सा खनिज तेले (पेट्रोल, डिझेल) जाळून मिळवला जातो. ही साधनसंपत्ती मर्यादित आहे. लक्षावधी वर्षे उष्णता, दाब, खडकांचे थर इत्यादींमुळे प्राणी, वनस्पती यांमधील जैविक द्रव्यांत बदल घडून पृथ्वीच्या पोटात ही तेले बनली. जेव्हा ही इंधनरूपाने जाळली जातात तेव्हा कर्बवायू हवेत मिसळतो. सोबत निर्माण झालेली ऊर्जा विविध कारणांसाठी वापरली जाते. ही इंधने जळताना कर्बवायूबरोबर कार्बन मोनोक्साइड, नायट्रोजन ऑक्साइड, हायड्रोकार्बन इ. वायूही तयार होतात आणि हवा प्रदूषित होते. औष्णिक विद्युत्केंद्रे दगडी कोळसा जाळून वीजनिर्मिती करतात. अनेक कारखाने ऊर्जेसाठी इंधने जाळतात. त्यामुळे प्रदूषण होते. दिल्ली, चेन्नई, मुंबई, बंगलोर, कलकत्ता, पुणे यांसारख्या महानगरात वाहनांची संख्या प्रचंड आहे म्हणून प्रदूषणही जास्त आहे. चीन, जपान व काही युरोपीय देश प्रदूषण कमी करण्यासाठी सायकलीच्या वापराला उत्तेजन देत आहेत.

सतत देखभाल करून सुस्थितीत ठेवली जातात त्यांतून काढलेले मोजे कमी काळे आहेत असे आढळून येईल. अशी कोट्यवधी वाहने वातावरणात सतत दूषित पदार्थ टाकत असतात.

आवाजामुळे हवेचे प्रदूषण होते. मोठ्याने वाजणारे भोंगे, कर्णकर्कश संगीत, बांधकाम, विहीरखोदाई, यंत्रांचे आवाज, रेल्वे, मोटारी, विमाने इ. अनेक घटक ध्वनि- प्रदूषण करत असतात. आवाजाची तीव्रता वाढली की कानाच्या पडद्यावर ताण येतो. त्यातून श्रवणदोष, प्रसंगी बहिरेपणाही निर्माण होतो. डोकेदुखी, चिडचिड होऊ शकते.



नको असलेला पाऊस



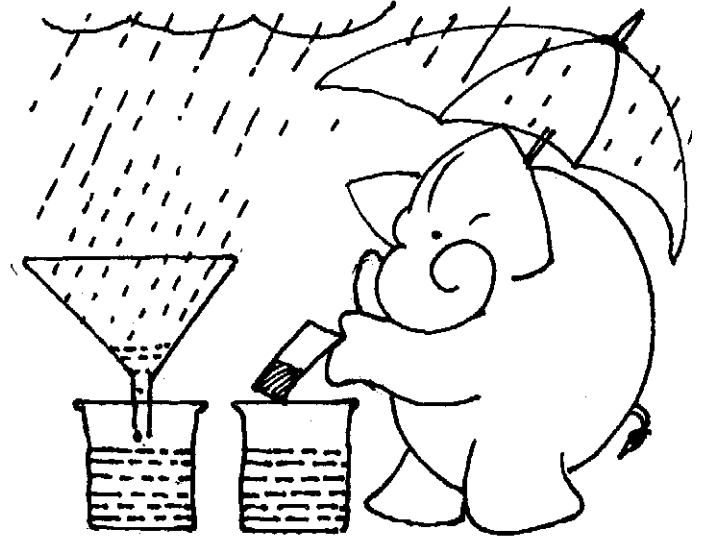
‘आम्लाचा पाऊस’ हा हवेच्या प्रदूषणाचा एक परिणाम आहे. आपल्या आसपास पडणाऱ्या पावसाच्या पाण्याचे, नद्या, विहिरी, तळी, डबकी वगैरेंतील पाण्याचे आम्लत्व तपासा.

साहित्य : भांडी, लिटमस कागद, आम्लत्वाची मोजपट्टी, दूध, सोडा, लिंबू, साबण, टोमॅटोरस, सिरका, पाण्याचे नमुने.

कृती :

- पाण्याची आम्लता ‘पीएच’ या एककामध्ये मोजतात. लिटमस कागदाच्या पट्ट्यासोबत आम्लत्वाची मोजपट्टी मिळते. लिटमस पट्टी द्रवात बुडवल्यावर रंग बदलतो. त्या रंगाची मोजपट्टीवरील रंगीत चौकोनाशी तुलना करून नमुना द्रवाचा ‘पीएच’ काढता येतो. या परीक्षेमुळे पदार्थ कितपत आम्लधर्मी वा अल्कधर्मी आहे हे शोधून काढता येते.
- उघड्या जागी भांडी ठेवून त्यात पावसाचे पाणी गोळा करा. त्यात लिटमस कागदाची पट्टी बुडवा. रंगाची तुलना करून ‘पीएच’ क्रमांक काढा. सहापेक्षा कमी आकडा आला तर पाऊस आम्लधर्मी समजला जातो.
- दूध, सोडा, साबण इ. द्रवांमध्ये लिटमस कागद बुडवून ‘पीएच’ क्रमांक काढा.
- घराच्या, शाळेच्या आसपास वेगवेगळ्या जागी जाऊन पाण्याचे नमुने भांड्यांतून आणा आणि त्यांचा ‘पीएच’ क्रमांक काढा.

पीएच मोजपट्टीवर ० ते १४ आकडे असतात. ७ हा आकडा शुद्ध पाण्याचा शून्य आम्लतेचा आहे. ७ हून कमी आकडे द्रवाचा आम्लधर्म तर जास्त आकडे अल्कधर्म दर्शवतात. लिटमस पट्टीवर त्या प्रमाणात रंगबदल घडतो. प्रमाणित पट्टीशी तुलना करून ‘पीएच’ क्रमांक काढतात. हे क्रमांक घातांक प्रमाणात आहेत. एक क्रमांक वाढला की दसपट बदल घडतो. उदा., सफरचंदाचा क्रमांक तीन तर लिंबूरसाचा २ आहे. लिंबूरस दहापट आम्लधर्मी आहे. पावसाचे पाणी सामान्यतः थोडेसे आम्लधर्मी असते. काही भागांत हे प्रमाण ४ वा ३ इतके जास्त असते. आम्लपाऊस ही संज्ञा धुके, धूर, दंव, बर्फ, गारा, पाऊस या सर्वांसाठी वापरली जाते. वाहने आणि कारखाने गंधक व नत्राचे वायू हवेत सोडतात. बाष्पाशी संयोग झाला की त्याचे गंधकाम्ल व नत्राम्ल बनते. वरील घटकांबरोबर मिसळून पृथ्वीवर आम्लपाऊस पडतो.



कधीकधी नुसतेच आम्लकण पृथ्वीवर पडतात. त्याचे दुष्परिणाम पटकन दिसत नाहीत. वनस्पती, पाण्यातील मासे, सूक्ष्म जीव याचबरोबर इमारती, रस्ते यांनाही या पावसामुळे हानी पोहोचते; नद्या, तळी प्रदूषित होतात.

तक्ता

१४	
१३.०	चुनकळी
१२.४	चुना
११.०	अमोनिया
१०.५	मिल्क ऑफ मॅग्नेशिया
८.३	खायचा सोडा
७.४	मानवी रक्त
७.०	शुद्ध उकळलेले पाणी
६.६	दूध
५.६	पावसाचे पाणी
४.५	टोमॅटो
४.०	अल्कोहोल
३.०	सफरचंदरस
२.२	सिरका (व्हिनेगार)
२.०	लिंबू
१.०	तीव्र आम्ल

आम्ल वर्षा रोपांवर पडल्यावर...



आम्लयुक्त पावसाचे सजीवांवर दीर्घकालीन दुष्परिणाम होतात. कुंडीतील तीन रोपे घेऊन हे परिणाम पाहा.

साहित्य : कुंडीत लावलेली तीन निरोगी रोपे, तीन बरण्या, सिरका (व्हिनेगार), पाणी, मोजपात्र, कागद, पेन, गोंद, खडू.

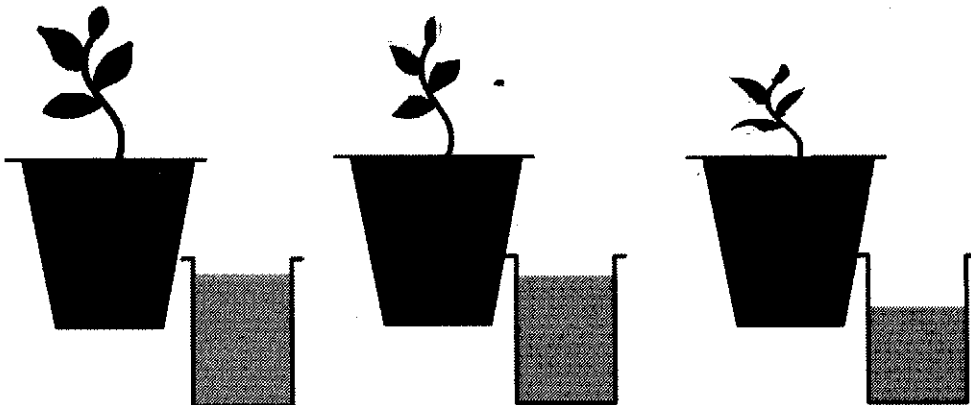
कृती :

१. कागदाच्या तीन पट्ट्या तयार करा. पहिल्या पट्टीवर 'नळाचे पाणी', दुसरीवर सौम्य आम्ल, तिसरीवर तीव्र आम्ल असे लिहा.
२. पहिल्या बरणीत ९६० मि.लि. पाणी मोजपात्र वापरून भरा आणि पहिली पट्टी त्यावर चिकटवा. दुसऱ्या बरणीत ९०० मि.लि. पाणी आणि मोजपात्राने ६० मि.लि. सिरका घाला आणि त्या बरणीवर दुसरी पट्टी चिकटवा. तिसऱ्या बरणीत ७२० मि.लि. पाणी आणि २४० मि.लि. सिरका घाला आणि त्यावर तिसरी पट्टी चिकटवा.
३. तीन सारख्या रोपांच्या कुंड्यांवर खडूने नळाचे पाणी, सौम्य आम्ल, तीव्र आम्ल असे अनुक्रमे लिहा.
४. तीनही कुंड्या एका जागी ठेवा. सारख्या वर्णनाच्या बरणीतील पाणी त्या त्या कुंडीला घाला. उदा., नळाचे पाणी लिहिलेल्या कुंडीला पहिल्या बरणीतील पाणी. रोज याप्रमाणे पाणी घाला. रोपाची गरज असेल तर एक दिवसाआड घातले तरी चालेल.
५. रोपांची स्थिती रोज तारीख घालून लिहून ठेवा. प्रथम तीव्र आम्लधर्मी पाणी घातलेले रोप मरगळू लागेल, मग सौम्य आम्ल पाणी घातलेले रोप... काही दिवसांत याच क्रमाने दोन्ही रोपे मरून जातील. नळाचे पाणी मिळालेले रोप मात्र जोमाने वाढेल.

आम्लयुक्त पावसामुळे झालेले दुष्परिणाम चटकन दिसून येत नाहीत. प्रथम तळे स्वच्छ आणि पाणी पारदर्शक होते. नीट पाहिले तर पाण्यात मासे व रोपे दिसत नाहीत. बेडूक, किडे मरतात. काही जागी आम्ल वर्षा झाली तरी दुष्परिणाम जाणवत नाहीत, कारण त्या जागी चुनखडीचे खडक असतात. हे खडक अल्कधर्मी असल्याने आम्लाशी संयोग पावतात आणि आम्लता नष्ट होते. पण अशा जागा तुलनेने कमी आहेत. आम्ल पाण्यामुळे जमिनीतील पोषकद्रव्ये प्रथम नाहीशी होतात, त्यामुळे रोपे कमजोर होतात आणि त्यावर चटकन रोग पडू शकतो. झाडांच्या वरच्या फांद्यांची पाने गळतात. पानांचा रंग बदलतो. पाने लवकर झडतात आणि क्रमाने कमजोर होत रोप मरते.

दगड आणि धातूही आम्ल पावसामुळे झिजतात. चुनखडीचे दगड बांधकामात वापरले असतील तर ते आम्ल पावसामुळे झिजून ठिसूळ होतात. दगडांची स्मारके, पुतळे रंग बदलतात. धातूवर आम्लाची प्रक्रिया होते आणि त्यावर क्षारांचा थर साचतो. पुलाची, इमारतीची मजबुती त्यामुळे कमी होते. सिरका घातलेल्या पाण्यात धातू अथवा दगड, खडू घालून बाहेर काढण्याचा प्रयोग काही दिवस रोज केला तर त्यांची झीज झालेली डोळ्यांना दिसते.

पाण्यातील आम्लतेमुळे वेगवेगळे दुष्परिणाम होतात. पीएच सहा असलेल्या पाण्यात काही मासे पुनरुत्पादन करू शकत नाहीत. गोगलगायी, शिंपले जगू शकत नाहीत. 'पीएच' पाच झाले की अनेक प्राणी मृत होतात.



वारा माझा मित्र



वाऱ्याच्या ऊर्जेमुळे अजिबात प्रदूषण होत नाही म्हणून जगभरचे संशोधक वाऱ्यापासून ऊर्जा मिळवण्याचे नवे नवे प्रयोग सतत करत आहेत.

साहित्य : कागद, पुड्या, पातळ पत्रा, प्लॅस्टिकचा जाड कागद, पट्टी, लाकडी दांडा, टाचणी, दोरा, सालीसारखे पातळ लाकूड.

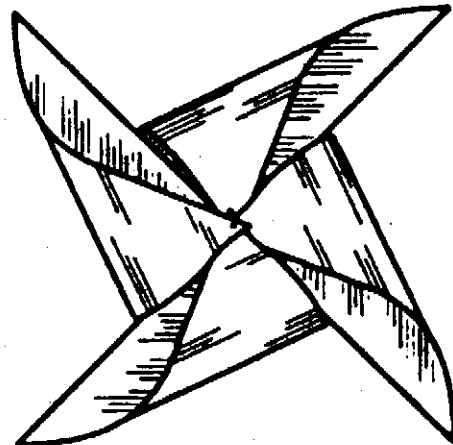
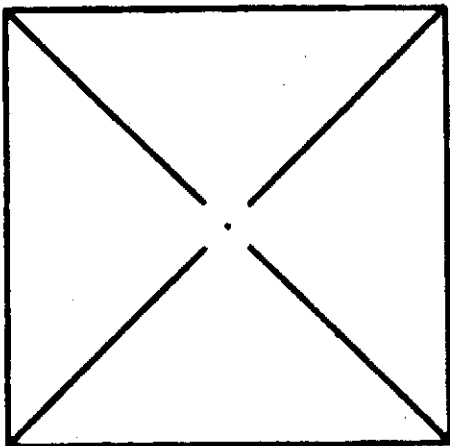
कृती :

- वरील सर्व पातळ पदार्थांचा १५ सें.मी. लांबीचा चौरस कापा. वरच्या बाजूला दोन भोके पाडून त्यातून दोरा घाला. दोन मुलांनी दोराची दोन टोके धरून उभे राहावे. गच्चीत अथवा मोकळ्या जागी जाऊन उभे राहिले तर वेगवेगळे चौरस वेगवेगळ्या उंचीपर्यंत वाऱ्याने उचलले जातील. वाहत्या वाऱ्याची ऊर्जा पदार्थ उचलू शकते.
- वरील प्रत्येक पदार्थाचा १० सें.मी. आकाराचा चौरस कापा आणि कर्णांच्या दिशेने मधील दोन सें.मी. अंतर सोडून एक काप घ्या. प्रत्येक कर्णाचा एक कोन मध्यावर दुमडा. असे चारी कोपरे दुमडून मधे टाचणी टोचली तर आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे भिरभिरे तयार होईल. हे भिरभिरे काडीला अडकवा.
- वाऱ्याच्या दिशेने भिरभिरे फिरले तर ते गोल फिरेल. हीच कृती वापरून उंचावरती धातूचे पातळ पत्रे फिरवून पवनचक्की बनवतात.

महासागरात अनेक ठिकाणी पाण्याचे जोरदार प्रवाह आहेत. प्रवाहात जनित्र धरून वीज बनवता येते. लाटांवरती लाकडी तराफे वरखाली हेलकावे खातात. ही रचना वापरून जनित्र फिरवता येते. भरतीचे पाणी खाडीमध्ये बांध घालून अडवतात आणि ओहोटी लागली की हे उंचावरचे पाणी धरणासारखे वापरून जनित्र फिरवता येते.

कोळसा, खनिज तेले या इंधनाचा साठा मर्यादित आहे. त्यामुळे तो काही काळाने संपून जाईल. पण वारा, सूर्याची उष्णता हे न संपणारे ऊर्जास्रोत आहेत. त्यांवर आधारित तंत्रज्ञानाचा विकास होणे जरीचे आहे.

एकूण ऊर्जेपैकी १६% ऊर्जा अणुइंधन वापरून मिळवली जाते. अणूचे विभाजन होताना ऊर्जा निर्मिती होते, पण सोबत किरणोत्सर्गी कचरा उरतो तो इतर प्रदूषणापेक्षा कित्येक पटीने सजीवांना हानिकारक असतो. शिवाय अणुइंधनासाठी वापरली जाणारी मूलद्रव्ये (युरेनियम, थोरियम) यांचा साठा मर्यादित आहे. पाण्याच्या वेगवान प्रवाहापासून जलविद्युत् प्रकल्प उभे राहतात. धबधबे, धरणाचे साठे वापरून विद्युत्जनित्र फिरवतात आणि वीजनिर्मिती करतात. पुनःपुन्हा वापरण्याजोगे ऊर्जास्रोत म्हणजे वारा, भरती-ओहोटी, सूर्य, पृथ्वीच्या पोटातील उष्णता, सजीवापासून मिळणारी ऊर्जा इ. आहेत. पवनचक्की फार पूर्वीपासून विहिरीतून पाणी खेचणे, धान्य दळणे यांसाठी वापरली जाते. वाऱ्याच्या ऊर्जेपासून वीजनिर्मिती करतात. खूप जागा, जास्त देखभालखर्च, ध्वनिप्रदूषण हे या पद्धतीचे काही दोष आहेत. सतत मिळणारे आणि प्रदूषण न करणारे ऊर्जास्रोत वापरणारे तंत्रज्ञान विकसित करण्यासाठी जगभरातील संशोधक झटत आहेत.



आणि सूर्यसुद्धा...



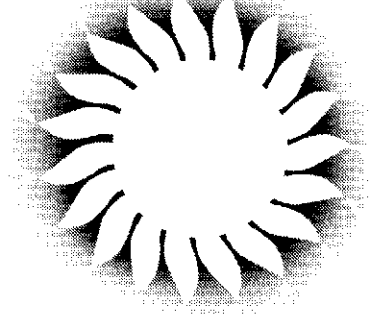
सूर्याकडून भरपूर प्रमाणात प्रकाश आणि उष्णता पृथ्वीवर येते. या ऊर्जेमुळे कोणत्याही प्रकारचे प्रदूषण होत नाही.

साहित्य : एक मोठा आणि दोन लहान पत्र्याचे डबे, मोजपात्र, तापमापक, प्लॅस्टिक कागद, पाणी, कागद, पेन्सिल, रबरबँड, काळा रंग.

कृती :

१. सूर्याकडे उघड्या डोळ्यांनी पाहू नये, डोळे बिघडतात.
२. एक मोठा आणि एक लहान पत्र्याचा डबा घ्या. दोन्ही डबे आतून काळ्या रंगाने रंगवा.
३. मोजपात्रात २०० मि.लि. पाणी घेऊन त्याचे तापमान पाहा आणि दोन लहान डब्यांत प्रत्येकी १०० मि.लि. पाणी ओता. दोन्ही डब्यांवर रबरबँड वापरून प्लॅस्टिकच्या कागदाचे झाकण घाला. दोन्ही डबे उन्हात ठेवा.
४. २० मिनिटांनी डब्यांतील पाणी वेगवेगळ्या पेल्यांत ओता आणि तापमान पाहा. काळ्या रंगाच्या डब्यातील पाण्याचे तापमान जास्त येईल.
५. मोजपात्रात २०० मि.लि. पाणी घ्या आणि तापमान नोंदा. त्यातील १०० मि.लि. काळ्या रंगाच्या लहान डब्यात आणि १०० मि.लि. काळ्या रंगाच्या मोठ्या डब्यात ओता. प्लॅस्टिक कागदाने झाकून कडक उन्हात ठेवा.
६. २० मिनिटांनी पाणी स्वतंत्र पेल्यांत ओतून तापमान पाहा. तापमानातील फरक नोंदा. मोठ्या डब्यातील पाण्याचे तापमान जास्त असेल.
७. दोन सारख्या डब्यांत समान पाणी घालून २० मिनिटे उन्हात ठेवा. एकावर प्लॅस्टिकचे झाकण घाला व दुसरा उघडा ठेवा. झाकणामुळे तापमान वाढल्याचे आढळून येईल.

सेंद्रिय पदार्थांपासून मिळणाऱ्या ऊर्जेला जैविक ऊर्जा म्हणतात. लाकूड जाळून ऊर्जा मिळवणे फार पूर्वीपासून केले जाते. काही जीवाणू सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करतात. तेव्हा 'मिथेन' हा वायू तयार होतो. प्राण्यांची विष्टा आणि हे जीवाणू एकत्र आले तर उत्तम खत व मिथेन वायू तयार होतो.



हा वायू ज्वलनशील आहे. शेणापासून स्वयंपाकाचे वायुइंधन मिळवण्याची प्रक्रिया हे जैविक ऊर्जेचे उदाहरण आहे.

फार पूर्वीपासून सूर्याची उष्णता पाणी गरम करण्यासाठी वापरली जाते. काच वा प्लॅस्टिकचे झाकण असलेला काळ्या रंगाचा खोका त्यासाठी वापरला जातो. सूर्यकिरणांमुळे उष्णता आत जाते व खोक्यात ठेवलेला पदार्थ शिजतो. किंवा पाण्याचा वाहता प्रवाह सतत गरम होत राहतो. 'फोटो सेल' वापरून सूर्यप्रकाशापासून विद्युत्ऊर्जा बनवता येते. सिलिकॉन धातूचे छोटे घट सूर्यप्रकाशात तापले की इलेक्ट्रॉनचा प्रवाह सुरू होतो. असे अनेक घट एकत्र येऊन विद्युत्ऊर्जा तयार केली जाते. आकडेमोड, हिशेब करणारी छोटी यंत्रे (कॅल्क्युलेटर) अशा घटांवर चालतात. ही द्रव्ये महाग असतात त्यामुळे प्रारंभिक खर्च खूप असतो, तसेच जागा जास्त लागते आणि ढगाळ हवेत वीजनिर्मिती होत नाही.

पांढरा रंग उष्णता परावर्तित करतो तर काळा रंग उष्णता शोषून घेतो. वरील प्रयोगात काळ्या रंगाच्या डब्यांतील पाणी जास्त गरम होते ते यामुळेच. तसेच मोठ्या डब्यामध्ये पाण्याचा पृष्ठभाग वाढतो म्हणून पाणी लवकर तापते.

तुम्हीच सौरचूल बनवा



प्रयोगात्मक सौरचूल तयार करा आणि बटाटा शिजवून पाहा.

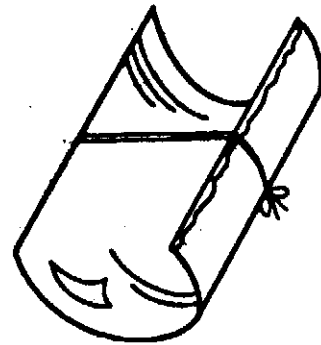
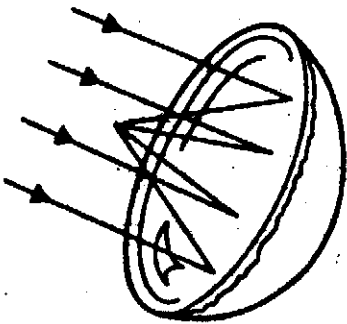
साहित्य : लाकडाचे वा काचेचे अर्धगोलाकार छोटे तसराळ्यासारखे भांडे, ॲल्युमिनियमचा पातळ पत्रा, चिकटपट्टी, लवचीक पुड्डा, कात्री, दोरी, बटाटा.

कृती :

१. तसराळ्याला आतून ॲल्युमिनियमचा पातळ पत्रा लावा आणि चिकटपट्टीने गच्च चिकटवा. पत्रा गुळगुळीत व चपखल बसावा.
२. पुड्ड्याच्या एका बाजूला पत्रा चिकटवा. दोरीने बांधून आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे अर्धगोल बनवा. दोरीची गाठ पुड्ड्याच्या मागे यावी.
३. या दोन्ही प्रयोगात्मक सूर्यचुली आहेत. यांचा गरमबिंदू काढण्यासाठी एका हातात उन्हाच्या दिशेने अंतर्गोल येईल असा अर्धगोल किंवा तसराळे धरा आणि दुसरा हात सावकाश दूर न्या. विशिष्ट अंतरावर हाताच्या तळव्यावर प्रकाशकिरणांचा लहान गोल दिसेल आणि तो प्रखर असेल. पटकन हात काढा. हा या उपकरणाचा उष्णबिंदू आहे.
४. काडीला अडकवून बटाट्याची चकती गरम बिंदूपाशी ठेवा. थोड्या वेळाने चकती शिजलेली दिसून येईल.
५. सूर्य थोडा कलला की किरणांची दिशा बदलते आणि गरम बिंदू सरकतो यासाठी दहापंधरा मिनिटांनी बटाट्याच्या चकतीची जागा थोडी बदलावी लागते. पुड्ड्याच्या चुलीमध्ये हा गरम बिंदू दोरीच्या मध्यावर असतो. तसराळ्यासारख्या भांड्यात बटाटा पुड्ड्यापेक्षा लवकर शिजतो.

पृथ्वीच्या अंतर्भागातील उष्णता हा एक ऊर्जेचा स्रोत बनू शकतो. पृथ्वीच्या मध्याचे तापमान 6000° सेल्सियस आहे. या तापमानाला खडक वितळतात. मधल्या अर्धद्रवातून उष्णता पृथ्वीच्या कवचापर्यंत पोहोचते आणि ज्या जागी पाणी आहे, खडक ठिसूळ, सच्छिद्र आहे त्या ठिकाणी गरम पाण्याची कारंजी उसळतात. काही वेळा पाण्याबरोबर वाफही येते. त्यावर जनित्र चालवून वीज निर्माण करता येते. हिमालयात अनेक ठिकाणी अशी गरम पाण्याची कुंडे आहेत. त्यांत बटाटे व तांदूळ यांची सैल पुरचुंडी बांधून ठेवतात आणि थोड्या वेळाने दोन्ही शिजून येते.

सूक्ष्मदर्शक भिंग उन्हाच्या किरणांच्या दिशेने धरून विरुद्ध बाजूला कागद धरला तर विशिष्ट अंतरावर असताना कागद जळू लागतो. प्रकाशकिरण केंद्रापाशी एकत्र येतात आणि तापमान वाढून कागद जळतो. अर्धगोलाकृती भांडे हे अंतर्गोल आरशाचे काम करते. त्यावर पडणारे सूर्यकिरण केंद्रापाशी (उष्णबिंदू) एकवटतात आणि उष्णता निर्माण होते. त्या जागी बटाटा वा अंडे ठेवले तर ते शिजते. भांड्याच्या आकारावर आणि आकारमानावर निर्माण होणाऱ्या उष्णतेचे प्रमाण अवलंबून असते. पत्रा चुण्या न पडता चिकटवला गेला तर उष्णता जास्त मिळते. तसेच पुड्ड्याला एकाच बाजूला वक्रता आहे तर भांड्याला एकच केंद्र आहे, त्यामुळे भांड्यात उष्णता जास्त एकवटते. किरणांचा कोन बदलला की भांडे थोडे हलवून केंद्र पदार्थावरच ठेवावा, त्यामुळे पदार्थ लवकर शिजेल.



पाण्यातला गढूळपणा कसा घालवाल?



सूर्याची उष्णता वापरून शुद्ध पाणी मिळवता येते. गढूळ पाण्यापासून शुद्ध पाणी बनवा.

साहित्य : घमेले, पाण्याचा छोटा पेला, प्लॅस्टिकचा कागद, चारपाच स्वच्छ गोट्या, छोटा दगड, गढूळ पाणी, चिकटपट्टी.

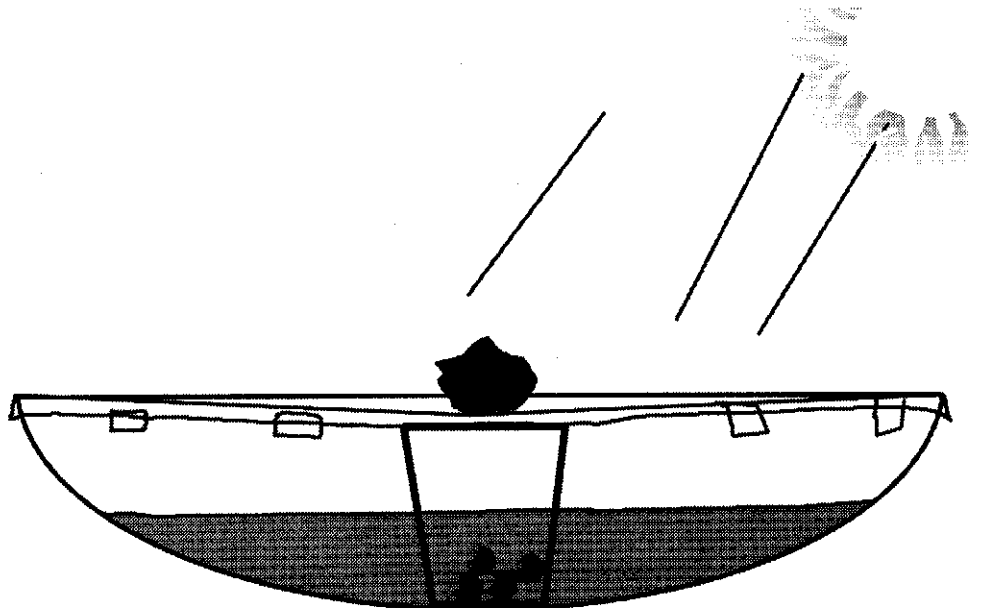
कृती :

१. घमेल्यात गढूळ पाणी ओता. पेल्यामध्ये चार गोट्या घालून पेला घमेल्यात ठेवा. गोट्यांमुळे पेला न तरंगता तळाशी टेकेल. पेल्याची उंची पाण्याच्या पातळीपेक्षा जास्त पण घमेल्यापेक्षा कमी असावी.
२. घमेल्यावर प्लॅस्टिकचा कागद पसरून चिकटपट्टीने कागदाच्या कडा चिकटवा. झाकणाचा कागद थोडा ढिला ठेवा.
३. कागदावर मध्यभागी छोटा दगड ठेवा म्हणजे झाकणाला चारी बाजूने थोडा उतार मिळेल आणि दगड पेल्यावरती येईल. कागद पेल्याला चिकटू नये.
४. घमेले कडक उन्हात ठेवा. काही तासांनी पेल्यात १००% शुद्ध पाणी जमा होईल.
५. जंगलामध्ये शुद्ध पाणी मिळवण्यासाठी हेच तंत्र वापरले जाते. खड्डा खणून मध्यभागी एक डबा ठेवा. डब्याच्या चारी बाजूला हिरवी पाने, गोलाकार गवत रचा. वरती सैलसर प्लॅस्टिक कागद घालून चारी बाजूंनी खड्डा झाका. दगड ठेवून कागद उडू नये याची दक्षता घ्या. तसेच मध्यभागी डब्यावर येईल असा एक लहान

दगड ठेवा. उन्हामुळे हिरव्या पानातून वाफ बाहेर पडेल. तिचे वरच्या झाकणावर सांद्रीभवन होऊन पाणी बनेल. उतारामुळे पाण्याचे थेंबे घसरत येऊन डब्यात पडतील. रोज पाने बदलत राहिले तर संध्याकाळी डब्यात ताजे शुद्ध पाणी मिळेल. वरील घमेल्यातही अशाच पद्धतीने गढूळ पाण्यापासून शुद्ध पाणी तयार होते.

पृथ्वीवरील बहुतांश पाणी खारट आहे. त्यातील मीठ काढणे खर्चीक आहे. दोन्ही ध्रुवांवर शुद्ध पाणी बर्फरूपात उपलब्ध आहे. पण घनरूप असल्याने ते वापरता येत नाही. पृथ्वीवरील पाण्यापैकी फक्त ३% पाणी मानवी वापरासाठी योग्य आहे. तळी, सरोवरे, नदी, झरे, विहिरी इ. गोड्या पाण्याचे स्रोत पिण्यासाठी वापरले जातात.

मानव अन्नाविना ३० दिवस राहू शकतो, पण पाण्याशिवाय तीन ते चारच दिवस जगू शकतो. पिण्याचे शुद्ध पाणी ही प्रत्येकाची गरज आहे. वरील दोन्ही प्रयोगांत नैसर्गिक ऊर्जा वापरून पाण्याचे बाष्पीभवन आणि सांद्रीभवन (पाण्याची वाफ, वाफेचे पाणी) केले जाते. घमेल्यातील गढूळ पाण्याची वाफ होताना माती व कचरा तसाच राहतो व पेल्यात शुद्ध पाणी जमा होते. खड्ड्यामध्ये हिरव्या पानांतील, गवतातील पाण्याचा अंश उन्हामुळे सुकतो आणि वाफ झाकणावर थंड होऊन पाणी बनते. प्लॅस्टिकचे झाकण उष्णतेचे मंदवाहक आहे, त्यामुळे उष्णता आत येते, बाहेर पडत नाही.



तेलविहीर फुटली तर?



पाण्यातील प्रदूषण रोखणे कठीण असते. प्रयोग करून पाहिले तर असे लक्षात येते की, तेल जेव्हा पाण्यात मिसळते तेव्हा प्रदूषण रोखणे कठीण असते.

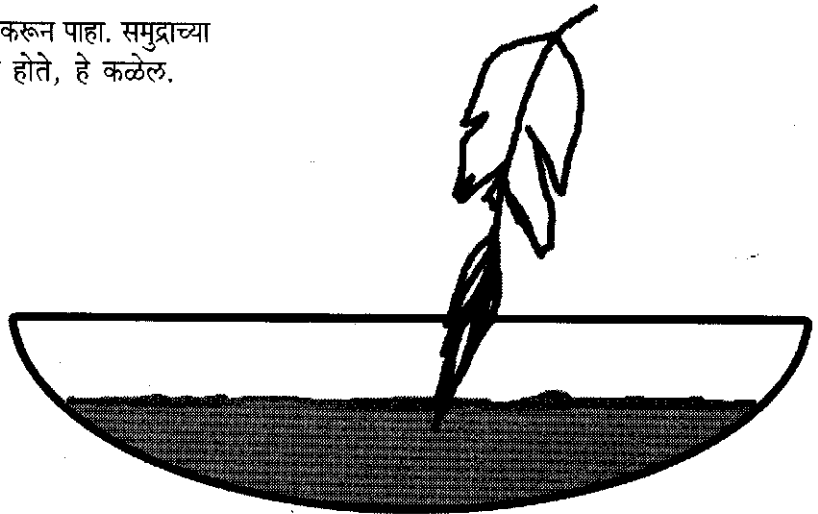
साहित्य : पत्र्याची पसरट भांडी, पाणी, तेल (खाद्यतेल, इंजिनतेल, रॉकेल इ.), काचेची नळी, कापसाचे बोळे, दोरी, कागदी रुमाल, द्रवरूप साबण, पक्ष्याची पिसे, मीठ, नळी.

कृती :

१. पसरट भांड्यामध्ये अर्ध्यापर्यंत पाणी भरा. नळीने त्यामध्ये आठदहा थेंब तेल टाका आणि ढवळा. तेल आणि पाणी मिसळत नाही. तेलाचा तवंग पाण्यावर पसरलेला राहतो.
२. पाण्यावर फुंकर मारून लाटा तयार करा. तेलाचा तवंग तेवढ्यापुरता मिसळेल आणि लगेच परत पृष्ठभागावर जमा होईल.
३. यामध्ये पक्ष्याचे पीस बुडवून पाहा. पिसाचे केस एकमेकांना चिकटतील. अशा पिसांचे पंख घेऊन पक्षी उडू शकत नाहीत.
४. हा तेलाचा तवंग टिपण्यासाठी कापसाचा बोळा, पायमोजा, कपड्याची चिंधी वगैरे वापरून पाहा. पूर्णपणे टिपणे शक्य होत नाही.
५. भांड्यात पाणी घालून तेल मिसळा. त्यावर नळीने थेंबथेंब द्रवरूप साबण टाकत राहा. तेलाचा साबणाशी संयोग होऊन चिकटमळी बनेल आणि या मळीने पाणी आणखी अशुद्ध बनेल.
६. पाण्यात मीठ मिसळून हेच प्रयोग करून पाहा. समुद्राच्या पाण्यावर तेल पसरले तर काय होते, हे कळेल.

१९९१ मधील आखाती युद्धात तेलवाहू जहाज फुटून समुद्रावर तेल पसरले आणि आसपासच्या समुद्रकिनाऱ्यावर असंख्य मासे मरून पडले. त्यांची अनेक छायाचित्रे वर्तमानपत्रांतून पाहायला मिळाली. समुद्रात मिसळणाऱ्या तेलपैकी फक्त १० टक्के तेल जहाजे फुटल्याने मिसळते. ५० टक्के तेल येणाऱ्या पाण्यातून मिसळते (नद्या, ओढे इ.). मासेमारी करणाऱ्या यांत्रिक बोटी, मोठ्या बोटी यांमुळे उर्वरित ४० टक्के तेल समुद्रात पसरते. जमिनीवरील वाहनातील तेल बदलताना त्याची विल्हेवाट अयोग्य रितीने लावली तर ते कुठेही फेकले जाते. गटारांतून पावसाच्या पाण्यातून फिरत ते शेवटी समुद्रात जाते. तेलामुळे समुद्रातील वनस्पती, जीवजंतू मरतात. तेलामुळे अनेक प्राण्यांची प्रजननशक्ती कमी होते. नवे जीव जन्मले तर ते दुर्बल असतात. तेलाचा तवंग पंखावर पसरला तर पक्षी उडू शकत नाहीत.

तेलाचा तवंग नाहीसा करण्यासाठी केले जाणारे उपाय हे काही वेळा प्रत्यक्ष तेलापेक्षा हानिकारक असतात. विमानातून द्रवरूप साबणाचा फवारा मारून हा तवंग नाहीसा करतात. लहान क्षेत्रफळावर तेल पसरले असेल, तर कापसाचे बोळे, कपडा वापरून तेल शोषले जाते. ही पद्धत अत्यंत खर्चीक आहे. समुद्रात सतत लाटा, वादळे होत असल्याने तेल शोषणे कठीण जाते. तेल खाऊ शकणारे सूक्ष्म जीव (मायक्रोबज) फवारून काही वेळा तेलाचा तवंग नाहीसा केला जातो.



घरात लपलेला कारखाना



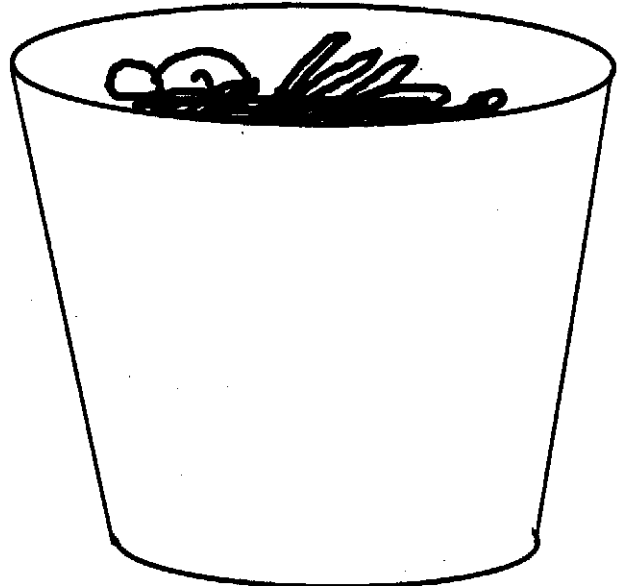
स्वयंपाकघरातील कचरा वापरून खत बनवा आणि ते बागेसाठी वापरा.

साहित्य : जुनी मोठी बादली, चाकू, माती, गवत, खुरपे, जैविक कचरा.

कृती :

१. बादलीला भोके पाडा. पत्र्याची असेल तर खिळा हातोडा वापरा. प्लॅस्टिकची असेल तर खिळा गरम करून खुपसा, सहज भोके पडतात.
२. जैविक कचऱ्यामध्ये भाजीची मुळे, फळांच्या बिया, साले, दाण्याची टरफले, झाडांची पाने, कागदाचे, सुती कपड्याचे, कापसाचे बोळे इ. येते. (मांस, मासे यांची हाडे टाळा, त्यांच्या वासाने कुत्री-मांजरी बादली उचकटतात.) बादलीत पहिला थर मातीचा घाला. त्यानंतर जैविक कचरा घाला. लहान तुकडे करून हा कचरा घातला तर खत वेगाने तयार होते. त्यावर झाडांची सुकलेली, विघटन होत असलेली पाने घाला. थोडी माती, गवत पसरून पाणी शिंपडा. खत चटकन होण्यासाठी गांडुळांचा वापर करता येईल. भोकांमुळे आत हवा खेळते.
३. बादलीवर झाकण ठेवा आणि ऊन येईल अशा जागी ती ठेवा. बादली भिंतीशी चिकटून ठेवू नये. चारी बाजूंनी हवा खेळली तर पटकन खत बनते.
४. स्वयंपाकघरातील जैविक कचरा जसा साठेल तसा बादलीत टाका. त्यावर पाने, माती टाकून थोडे पाणी शिंपडा, जास्त झाले तर भोकातून वाहून जाते. अधेमधे कचरा काठीने वरखाली करा.
५. बादली तीन-चतुर्थांश भरली की थांबा. दोनतीन आठवड्यांत उत्तम प्रतीचे कंपोस्ट खत तयार होईल. ते बागेसाठी, झाडाखाली वापरा. बाग असलेल्या मित्रांना ही भेट फार आवडेल.

घरात निर्माण होणाऱ्या कचऱ्यापैकी २० टक्के कचरा जैविक असतो. तो तसाच फुकट जातो. या कचऱ्याचे जीवाणूंच्या साहाय्याने विघटन करून खत बनवले जाते. गांडुळे, बुरशी, जीवाणू, गोगलगांयी इ. जीवही या कचऱ्याचे विघटन करतात. गवत, ओलीसुकी पाने, अंड्यांची टरफले, भुसा, चहाकॉफीची गाळलेली पूड हीही भाजी-फळांच्या त्याज्य भागाबरोबर टाकता येते. या प्रक्रियेत खताबरोबर उष्णता निर्माण होते आणि त्यामुळे कचरा सुकतो. मधेमधे पाणी शिंपडून व उपसून हवा खेळती ठेवली तर खत लवकर बनते. काळसर रंग आणि कोरडा कण बोटाना लागला की खत बनले असे समजा. त्यामध्ये काही देठे, साली तशाच दिसतील. थोडे खत तसेच ठेवून त्यावर ताजा कचरा टाकत राहिले तर दुसऱ्या वेळी खत लवकर तयार होते. शेतामध्ये शेणखताचे खड्डे याच पद्धतीने भरले जातात.



हे जग मी सुंदर बनवीन!



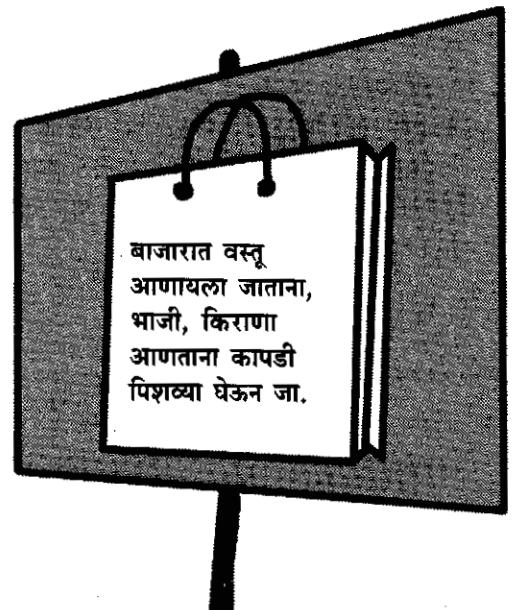
आपण सर्वांनी काही सूचना, नियम, पद्धती आणि कायदे सतत पाळले तर पर्यावरणाचे रक्षण करता येईल. 'माझ्या एकट्याच्या प्रयत्नाने काय होणार?' असा विचार करू नका. रामाचा सेतू बांधण्यासाठी खारीने वाळूत लोळून आणि अंग झटकून त्या प्रचंड कामाला हातभार लावला होता. प्रत्येकाने आपला खारीचा वाटा उचलला तर कठीण कामही शक्य होते. खाली दिलेल्या सूचनांचे फलक बनवा आणि ते वर्गात, प्रदर्शनात टांगू या.

साहित्य : कागद, रंग, पट्टी, दोरा, पुड्डा, पेन्सिली.

कृती :

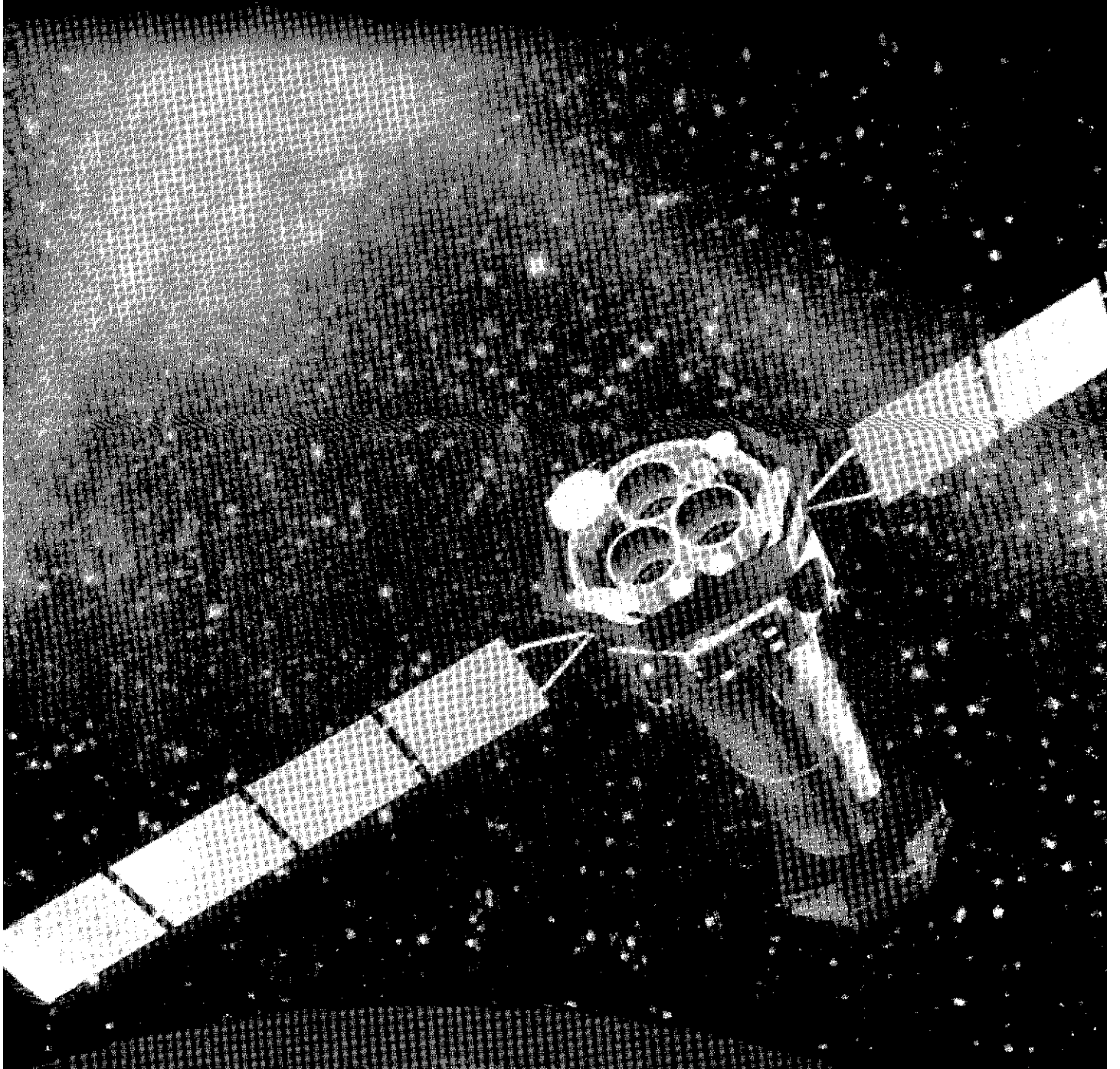
१. पुड्ड्यावर कागद चिकटवून, रंगित पेन्सिलीने त्यावर चित्रे, अक्षरे काढून फलक आकर्षक करा. फलक पाहताक्षणी मुलांना कल्पना कळायला पाहिजे अशी स्पष्ट चित्रे काढा.
२. कमी वापरा (रिड्यूस) नैसर्गिक साधनसंपत्ती वापरून तयार केलेले पदार्थ कमीतकमी वापरा. उदा., आकर्षक दिसणारे वेष्टन वापरून आपण भेट बांधतो. दोरा वापरतो. प्रत्यक्षात भेट उघडली की भरपूर कागद, दोरा, कचरा बनतात. कृत्रिम वेष्टन असेल तर प्रदूषण होते. भेट बांधण्यासाठी कापडी रुमाल वा पिशवी वापरा. वेष्टनाचा उपयोग होईल.
३. परत वापरा (री यूज) बाजारात वस्तू आणायला जाताना, भाजी, किरणा आणताना कापडी पिशव्या घेऊन जा. एकदा वापरून फेकून घ्यायच्या पेले, बशा, चमचे यांसारख्या वस्तू न वापरता धुऊन पुन्हा वापरता येणारे धातूचे सामान वापरा. रोजच्या डब्याचे खाद्यपदार्थ कागदातून वा प्लॅस्टिक पिशवीतून न नेता त्यासाठी धातूचा डबा वापरा.

४. बदलून वापरा (रीसायकल) घरी वापरलेल्या अनेक वस्तू पुन्हा बदलून वापरता येतात. अशा वस्तू स्वतंत्र ठेवल्या तर त्यांचा पुन्हा उपयोग करता येतो. काच, कागद, प्लॅस्टिक सामान स्वतंत्र ठेवून भंगारवाल्याला द्या.
५. अंतर फार नसेल तर सरळ चालतच जा. त्याहून जास्त अंतरासाठी शक्यतो सायकल वापरा. खनिज तेले वाचवणे गरजेचे आहे. वापरत नसाल तेव्हा लाईट, पंखे बंद करा. नळ कधीही वाहता ठेवू नका.
६. कचरा नेहमी कचराकुंडीतच टाका. कचरा दिसेल तेव्हा उचलून कुंडीत टाका.
७. कृत्रिम रसायनांचा कमीतकमी वापर करा. नैसर्गिक साबण, स्वच्छताद्रव्ये वापरा. रंग, खराब तेल टाकायचे असेल तर योग्य तऱ्हेने त्याची विल्हेवाट लावा.
८. खेळताना, फिरताना निसर्गाला कमीतकमी हानी पोहोचेल याकडे लक्ष द्या. पानेफुले तोडणे, फुलपाखरे पकडून वहीत ठेवणे, रोपे उचकटणे, काठीने झाडे झोडणे टाळा. कचरा करणे अपरिहार्य असले तर हा कचरा योग्य जागी टाकण्याची खबरदारी घ्या.
९. मुक्या प्राण्यांशी प्रेमाने वागा. किडे, मुंग्या, अळ्या कारण नसताना मारू नका. पर्यावरण रक्षणाचा प्रसार करा.

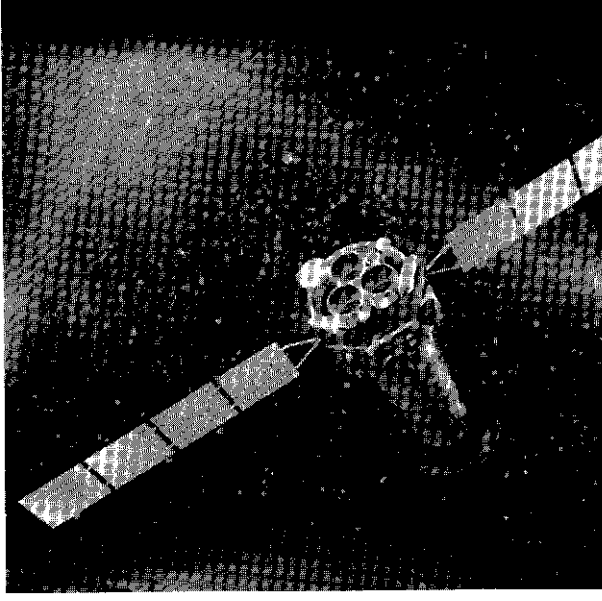




अवकाश



अवकाश



अनुक्रम

अवकाश १

- अवकाश / ३०७
- खगोलशास्त्र आणि ज्योतिषशास्त्र / ३०८
- पृथ्वीचे भ्रमण / ३१०
- गुरुत्वाकर्षण / ३११
- उल्कावर्षाव / ३१२
- प्रकाशाचा वेग / ३१३
- आकाशाची निळाई येते कुठून? / ३१४

अवकाश २

- सूर्यमाला / ३१६
- चंद्राच्या कला / ३१८
- ऋतुचक्र / ३१९
- सूर्यषड्याळ (छायार्यत्र) / ३२०
- तारागण / ३२१

अवकाश ३

- पूर्वतयारी / ३२४
- प्राथमिक आकाशदर्शन / ३२५
- राशी आणि नक्षत्रे / ३२६

अवकाश

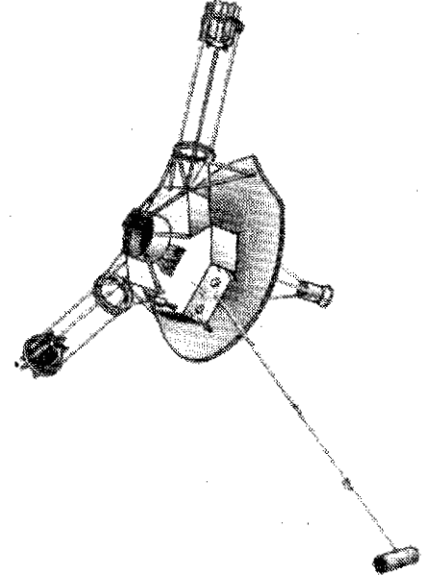
१. पृथ्वी, जल, तेज, वायू आणि आकाश या पाच तत्वांनी हे विश्व बनले आहे. विश्व (युनिव्हर्स) या कल्पनेमध्ये, ज्ञात असलेल्या सर्व पदार्थांचा समावेश होतो. आकाश, ग्रह, उपग्रह, तारे, धूमकेतू, आकाशगंगा आणि इतर प्रारणे, ऊर्जा, वस्तुमान जे आहे ते सर्व एकत्रित होऊन विश्व बनलेले आहे. त्याचा विस्तार इतका प्रचंड आहे की कल्पनाही करता येत नाही.

महास्फोटाच्या संकल्पनेप्रमाणे सुमारे १५०० कोटी वर्षांपूर्वी विश्व अस्तित्वात आले. त्यापूर्वी सर्व ऊर्जा आणि वस्तुमान एका छोट्या आकारात बंदिस्त होते. महास्फोट झाल्यानंतर त्याचे असंख्य तुकडे झाले आणि ते इतस्ततः फेकले गेले, विश्वाच्या प्रसरणाला सुरुवात झाली. अजूनही ते प्रसरण पावते आहे. सर्व दिशांनी येणारे प्रारण हे त्या महास्फोटाच्या संकल्पनेला आधार देणारा पुरावा मानला जातो.

२. जगातील सर्व समुद्रकिनाऱ्यांवरील वाळू एकत्र करून कण मोजले तर जी संख्या येईल त्यापेक्षा विश्वातील ताऱ्यांची संख्या जास्त आहे.
३. १२ एप्रिल १९६१ रोजी रशियातील वोस्टोक-एक या अवकाशयानातून युरी गागारिन या मानवाने प्रथम अवकाशात प्रवेश केला. त्यानंतर ५ मे १९६१ रोजी अॅलन शेफर्ड या अमेरिकन माणसाने त्याच्या पावलावर पाऊल ठेवत अवकाशात प्रवेश केला.
४. पहिली अवकाश याने एकदा अवकाशात गेली की



भारतीय वंशाची पहिली स्त्री अंतराळवीर कल्पना चावला



नामशेष होत आणि त्यांचा फक्त छोटासा भाग पृथ्वीवर परत येई. अशा तऱ्हेने ती एकदाच वापरता येत. त्यामध्ये सुधारणा करत अमेरिकेतील 'नासा' या अवकाशसंस्थेने पुनःपुन्हा वापरता येणारे यान एप्रिल १९८१ मध्ये बनवले. एखादी आगगाडी मुंबई-पुणे फेऱ्या करत राहावी त्याप्रमाणे हे यान पृथ्वी-अवकाश यामध्ये ये-जा करू शकते, आणि प्रत्येक फेरीला खर्चात ९० टक्क्यांची बचत साधते. कोलंबिया या अवकाशयानाच्या दुर्दैवी अपघातात भारतीय वंशाची पहिली स्त्री अंतराळवीर कल्पना चावला मृत्युमुखी पडली. हे यानही पुनःपुन्हा वापरता येणारे 'स्पेस शटल' या प्रकारचे होते.

५. अवकाशातील 'सर्वोत्कृष्ट मित्र' म्हणून मानवाने निवड करायची ठरवली तर त्याला 'बकरी' या प्राण्याची करावी लागेल. त्याचे कारण म्हणजे बकरीच्या जठरात असणारे सूक्ष्म जीव आहेत. सर्व प्रकारच्या उत्सर्जित पदार्थांचे हे जीव विघटन करू शकतात. माणसे खाऊ शकत नाहीत असे वनस्पतींचे भागही बकरी खाते आणि विघटित करते. त्यामुळे अवकाशयानात कचऱ्याची विल्हेवाट लावण्यासाठी फार थोडी यंत्रणा पुरेशी होईल. शिवाय बकरी अवकाशयानातील भरण अन्न आणि दूधही पुरवू शकते.

विश्वातील अनेक वस्तूंचा अभ्यास करणाऱ्या शास्त्रशाखेला 'खगोलशास्त्र' म्हणतात. यामध्ये तारे, त्यांची उत्पत्ती, जीवन आणि न्हास, ग्रह-उपग्रह, त्यांचे फिरणे, उल्का आणि उल्कापात, धूमकेतू, त्यांचे फिरण्याचे मार्ग, इतर आकाशस्थ लघुग्रह, ताऱ्यांचे क्रांतिवृत्तावरील काल्पनिक आकृतिबंध, आकाशगंगा, त्यांचा विस्तार इ. सर्व बाबींचा अभ्यास केला जातो.

खगोलशास्त्र आणि ज्योतिषशास्त्र

खगोलशास्त्र (अॅस्ट्रॉनॉमी) आणि ज्योतिषशास्त्र (अॅस्ट्रॉलॉजी) या दोन्हीमध्ये आकाशात असलेल्या ग्रहताऱ्यांचा अभ्यास केला जातो. पण या दोहोंमध्ये खूपच फरक आहे.

साहित्य : वेगवेगळ्या तारखेची वर्तमानपत्रे वा साप्ताहिके.

कृती :













१. जवळजवळ सर्व वर्तमानपत्रे आणि साप्ताहिके राशीभविष्य देतात. काहींमध्ये जन्मतारखेनुसार राशी आणि भविष्य दिलेले असते आणि काहींमध्ये भारतीय पद्धतीने पत्रिकेवरील रास बघून भविष्य वर्तवलेले असते. कोणत्याही तारखेचे वा आठवड्याचे भविष्य दिलेले कात्रण कापून घ्या.
२. श्रोत्यांसमोर उभे राहून सांगा की, ज्योतिष हे शास्त्र आहे, असे मी आता सिद्ध करून दाखवणार आहे. आकाशातील ताऱ्यांच्या स्थितीप्रमाणे पृथ्वीवरील माणसांचे व्यक्तिमत्त्व आणि त्याच्या आयुष्यात घडणाऱ्या घटना अवलंबून असतात. (प्रत्यक्षात मात्र ज्योतिष हे शास्त्राच्या कसोटीला उतरत नाही.)
३. श्रोत्यांना आपापली रास बहुतेक ठाऊक असते. नसली तरी जन्मतारखेवरून इंग्रजी रास सहज काढता येते. प्रत्येकाला ती अत्यंत महत्त्वाची, लक्षात ठेवण्यासारखी गोष्ट आहे असे वाटत असते. अशा अनेक निरर्थक गोष्टींवर माणसे विश्वास ठेवतात आणि अनेकदा या विश्वासाचा गैरफायदा घेतला जातो.
४. विज्ञान किंवा शास्त्र हे पुराव्यावर अवलंबून असते. ज्योतिष हे शास्त्र आहे हे सिद्ध करण्यासाठी आता आपण पुरावा गोळा करणार आहोत. प्रत्येकाने उठून आपली रास आणि जन्मरास ठाऊक नसेल तर जन्मतारीख सांगावी. मी गेल्या आठवड्याचे भविष्य तुम्हांला तुमच्या राशीनुसार वाचून दाखवणार आहे. त्यामध्ये लिहिलेल्या भाकितांपैकी किती सत्यामध्ये आली आहेत हे प्रत्येकाने सांगावे. त्यांतील एक तरी सत्यात उतरले असेल तर आपण पुरावा म्हणून मानू. पुढील पानावर उदाहरण म्हणून छापून आलेले राशीभविष्य दिलेले आहे.
५. प्रत्येक जण उठून रास सांगेल. तुम्ही त्या राशीचे भविष्य वाचून दाखवा. त्यानंतर त्या भाकितांतील एक वा दोन सत्यात उतरलेले तुम्हांला श्रोता सांगेल. असे सर्व जणांनी गेल्या आठवड्यातील आपापल्या

राशीचे भविष्य पडताळून पुरावा म्हणून सादर केल्यावर तुम्ही उठून सांगा की, हे भविष्य एक महिन्यापूर्वीच्या आठवड्यातील आहे. भविष्यावर विश्वास ठेवणाऱ्या प्रत्येकाला आपल्या दैनंदिन जीवनात घडलेल्या घटनांचा आणि भाकितांचा संबंध लावण्याची मानसिकता निर्माण झालेली असते. अनेक ज्योतिषी आठवड्याचे वा दैनिक भविष्य खरे नाही असे म्हणतात. तरीसुद्धा अनेक जण घराबाहेर पडताना भविष्य वाचून त्याप्रमाणे कामामध्ये बदलही करतात. उदा. शुभ काम करू नका, असे भाकीत असेल तर काम उद्यावर ढकलले जाते आणि नुकसान होते.

कोणत्याही आठवड्याचे भविष्य वाचले तरी श्रोते त्यातील एकतरी आपल्या दैनंदिन जीवनात चपखलपणे सत्यात उतरल्याचे सांगू शकतात. तशी मानसिकताच तयार झालेली असते. यावरून ज्योतिष हे पुराव्याने सिद्ध करता येणारे शास्त्र नाही असे सांगता येते.

पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरते त्यामुळे सूर्य आपल्याला पूर्वेला उगवून पश्चिमेला मावळलेला दिसतो. सूर्याच्या आकाशातील काल्पनिक मार्गाला 'क्रांतिवृत्त' (झोडीयॅक) असे म्हणतात. सर्व ग्रह, सूर्यासह आकाशात एका अरुंद पट्टीमध्ये दिसतात. या काल्पनिक मार्गाचे बारा भाग पाडून तेथील तारकासमूहाच्या रचनेवरून प्रत्येक भागाला नाव दिलेले आहे. या समूहामधील ग्रहताऱ्यांचा एकमेकांशी कसलाही संबंध नाही. फक्त पृथ्वीवरून ते एका भागात दिसतात. प्रत्येक भागाला रास असे म्हणतात आणि प्रत्येक राशीत सव्वादोन नक्षत्रे येतात. भारतीय संकल्पनेप्रमाणे ज्या वेळी आपला जन्म होतो त्या वेळी सूर्य ज्या राशीत असतो ती जन्मरास आणि ते नक्षत्र जन्मनक्षत्र असते. पाश्चात्य संकल्पनेप्रमाणे बारा राशी, बारा महिन्यांशी निगडित केलेल्या असून जन्मतारखेप्रमाणे २१ मार्चपासून पुढील २० मार्चपर्यंत बारा राशी विभागलेल्या आहेत. या दोन्ही विषयांमध्ये जरी ग्रह-ताऱ्यांचा अभ्यास केलेला असला तरी खगोलशास्त्र हे निरीक्षण-परीक्षण या शास्त्राच्या कसोटीवर विकसित होते, पण ज्योतिष हे पुराणग्रंथाचा आधार घेऊन केलेले भाकीत आहे. त्याचा पाया शास्त्रशुद्ध नाही.

साप्ताहिक/आठवड्याचे भविष्य नमुना

 <p>मेष : मार्च २१ ते एप्रिल १९ - धाडसाने प्रत्येक कामात यश मिळेल. प्रवासासाठी खर्च, अग्निभय, शुक्रभ्रमण असल्याने धनप्राप्ती, थोरामोठ्यांशी संपर्क. डोळ्यांची काळजी घ्या. मंगळ स्वराशीत आहे.</p>	 <p>तूळ : सप्टें २३ ते ऑक्टो. २२ - चंद्र मंगळ प्रतियोग. जवळच्या माणसाकडून फसवणूक होईल. अनपेक्षितपणे जुने मित्रमैत्रिणी भेटतील. कुणीतरी भेट देईल.</p>
 <p>वृषभ : एप्रिल २० ते मे २० - गुरू, शुक्र सर्व कामांत यश देतील. वाहन- अपघात संभवतो. कर्जप्रकरणात मनस्ताप, नोकरी-व्यवसायात फसवणुकीची शक्यता.</p>	 <p>वृश्चिक : ऑक्टो. २३ ते नोव्हें. २१ - जबाबदारी वाढेल, अनपेक्षित खर्च होईल. व्यवसायात पेचप्रसंग संभवतो, परंतु दशमेश गुरू वाट दाखवेल. प्रकृती सांभाळा.</p>
 <p>मिथुन : मे २१ ते जून २० - मंगळ लाभात, वास्तुची कामे होतील, धनप्राप्ती, शिक्षणात अडथळा, वीज, अग्नीपासून धोका संभवतो, साडेसाती आहे- जपून राहा.</p>	 <p>धनु : नोव्हें. २२ ते डिसें. २१ - तुम्ही चांगले असला तरी जग चांगले नसते याचा अनुभव येईल. कुटुंबात त्रासदायक घटना घडेल. खर्च होईल.</p>
 <p>कर्क : जून २१ ते जुलै २२ - दशमात मंगळ म्हणून सर्व कामात यश, अपेक्षित व्यक्तीशी विवाह, वाहन प्रवास संभवतो, धनलाभ होईल.</p>	 <p>मकर : डिसें. २२ ते जाने. १९ - सकारात्मक विचार करा. राहूभ्रमण आहे. अनोळखी व्यक्तीकडून धोका संभवतो. कायमस्वरूपी व्यवसाय सुरू करा.</p>
 <p>सिंह : जुलै २३ ते ऑगस्ट २२ - धार्मिक कामात यश, नव्या कल्पना सुचतील, ऐनवेळी कामात खोळंबा होईल. चांगल्या व्यक्तीची भेट संभवते.</p>	 <p>कुंभ : जाने. २० ते फेब्रु. १८ - धीर धरा, मनासारखे घडेल, पत्नीशी कलह.</p>
 <p>कन्या : ऑगस्ट २३ ते सप्टेंबर २२ - शारीरिक तक्रारी संभवतात. मनस्ताप घडेल. दुसऱ्याच्या चुकीमुळे तुमचे नुकसान संभवते. अष्टमस्थानी मंगळ आहे. शुभ काम नको.</p>	 <p>मीन : फेब्रु. १९ ते मार्च २० - अप्रतिम यश, प्रेमात गुप्तता पाळा, उच्च जागी जायचे योग, गाफील राहू नका, मित्राशी भांडण संभवते. इ.</p>

पृथ्वीचे भ्रमण

पृथ्वी सतत स्वतःभोवती व सूर्याभोवती फिरत असते. तिचे सूर्याभोवती फिरणे लहानशा प्रयोगातून पाहा.

साहित्य : सूर्यप्रकाश, काठी, जमिनीचा सपाट तुकडा, खुणेसाठी खडे, चिकटपट्टी, कंपास, घड्याळ, पेन्सिल, खडू, कागद

कृती :

१. सूर्याकडे कधीही थेट पाहू नका. त्यामुळे डोळ्यांना इजा होऊ शकते.
२. उंच काठी जमिनीत सरळ उभी राहिल अशी रोवा. काठीच्या वरील टोकाची सावली ज्या ठिकाणी पडते त्या जागी खडूने खूण करा किंवा खडा ठेवा.
३. दहा मिनिटांनी सावलीचे टोक कोणत्या जागी येईल याचा अंदाज करा आणि त्या जागी खडा ठेवा. घड्याळ लावा. दहा मिनिटांनी पाहा. सावलीचे टोक अंदाज केलेल्या जागेपेक्षा पुढे सरकलेले आहे का? पृथ्वीचा व्यास १३००० कि.मी. आहे. चौवीस तासात प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यासाठी पृथ्वीला वेगाने फिरावे लागते.
४. दिवसाच्या वेगवेगळ्या प्रहरी काठीच्या टोकाची सावली पडते त्या जागी खूण करा. सोबत कागदावर वेळ लिहून खड्याखाली ठेवा. सावली लहान आणि मोठी केव्हा असते त्याची नोंद करा. सावलीमध्ये प्रहरानुसार कसा फरक पडतो? सावली रोज सर्वसाधारणपणे कशी बदलते? तुम्ही केलेल्या खुणांवरून दुसऱ्या दिवशी कागद न पाहता वेळ सांगता येते का? कंपास (दिशादर्शक) वापरून सावलीची दिशा कशी बदलते पाहा. चारपाच आठवडे गेल्यावर सावलीच्या स्थितीमध्ये काय फरक पडतो?



उभे राहा आणि सावकाश पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरा. तुम्हांला भोवतीचा परिसर कोणत्या दिशेने फिरत आहे असे दिसते? याच तत्वावर पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेला फिरताना सूर्य पूर्वेपासून पश्चिमेला फिरलेला दिसतो, आगगाडीतून आपण पुढे जाताना झाडे, जमीन मागे गेल्यासारखे दिसते.

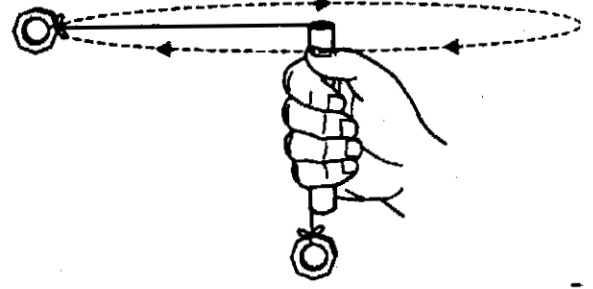
सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करताना पृथ्वीला एक वर्ष (३६५ दिवस) लागते. या काळात पृथ्वी स्वतःभोवती ३६५ आणि १/४ इतक्या वेळा फिरते. दर चार वर्षांनी एक प्रदक्षिणा वाढते. फेब्रुवारी महिन्यात एक दिवस वाढवून दर चार वर्षांनी लीप वर्ष येते. त्यामुळे पृथ्वीचे भ्रमण आणि कालगणना सुसंगत राहते. चारने भाग जाणारे प्रत्येक वर्ष लीप वर्ष असते.

पृथ्वीच्या मध्यबिंदूपासून छेदणाऱ्या अक्षाभोवती पृथ्वी चौवीस तासांत एक प्रदक्षिणा पूर्ण करते. एक दिवस आणि रात्र असे हे चौवीस तास विभागले जातात. सूर्य उगवतो आणि मावळतो हे शब्दप्रयोग अचूक नाहीत. परंतु पृथ्वीच्या फिरण्यामुळे, पृथ्वीवरील माणसांना आपण स्थिर असून सूर्य फिरतो असे दिसते. घड्याळाचा शोध लागण्यापूर्वी सावलीवरून माणसे अंदाजे वेळ ओळखत असत. सावली सकाळी लांबट पडते आणि सूर्य जेव्हा माथ्यावर असतो तेव्हा सावली सर्वांत लहान असते. संध्याकाळी सावली पुन्हा मोठी होते. सूर्याचे किरण सकाळी व संध्याकाळी तिरपे पडतात, तर दुपारी लंब पडतात म्हणून सावलीत असे बदल घडतात. अशा सुमारे ३६५ पृथ्वीप्रदक्षिणांनंतर, पृथ्वी त्याच जागी येते, कारण सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा ३६५ दिवसांत पूर्ण होते.

गुरुत्वाकर्षण

उपग्रह पृथ्वीभोवती फिरत असताना एकाच कक्षेत फिरतात. खालील उपकरणांच्या साहाय्याने गुरुत्वाकर्षण त्यावर कसे कार्य करते पाहा.

साहित्य : पुस्तक, पेन्सिल, बांबूची वा धातूची पोकळ नळी, दोरी, गोल जड छोटे गोळे (स्कूचे नट चालतील), चिकटपट्टी, खुर्ची.



कृती :

- पुस्तक टाका. ते गुरुत्वाकर्षणामुळे जमिनीवर पडेल. एका हातात पेन्सिल आणि एका हातात पुस्तक घेऊन एकाचवेळी हातातून सोडा. पहिली कोणती वस्तू खाली जमिनीवर पोचते? खुर्चीवर वा टेबलावर उभे राहून हाच प्रयोग करा. प्रत्येक वेळी जड व हलकी, लहान व मोठी वस्तू जमिनीवर एकाच वेळी पोचेल.
- १ मीटर लांबीची दोरी घेऊन ती २० सें.मी. लांबीच्या पोकळ नळीतून ओवा. दोरीच्या दोन्ही बाजूला जड गोल वस्तू दोनतीन फेरे घेऊन घट्ट बांधा. हवीतर चिकटपट्टी वापरा. गोल फिरवल्यावर बांधलेली वस्तू सुटली तर जोराने आपटू शकेल.
- यांतील एक वर्तुळाकार फिरणारी वस्तू म्हणजे उपग्रह आहे. तर दुसरी वस्तू म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाचे बल आहे. (आकृती पाहा.) हातात नळी धरून उपग्रह गोल कक्षेत गरागरा फिरवा. गतीमुळे नळीतून खाली दोन्याला लोंबणारी वस्तू वर-खाली कशी होते पाहा. थोड्या सरावाने तुम्हांला खालची वस्तू एकाच पातळीत ठेवून उपग्रह एका वेगाने कक्षेमध्ये फिरत ठेवणे जमते

का पाहा. उपग्रहाच्या फिरण्याने निर्माण झालेले बल जेव्हा गुरुत्वाकर्षणाच्या बलाइतके होते तेव्हा उपग्रह एका वेगाने कक्षेत फिरत राहतो आणि खालची वस्तू स्थिर राहते.

- उपग्रहाच्या कक्षेची त्रिज्या बदलून, म्हणजे दोरीची लांबी वाढवून हाच प्रयोग करा. खालची वस्तू स्थिर पातळीत राहण्यासाठी आता उपग्रहाचा वेग वाढवावा लागतो का कमी करावा लागतो?
- एकाऐवजी दोन वस्तू बांधून उपग्रहाचे आणि गुरुत्वाकर्षण बलाचे वस्तुमान वाढवा. आणि वस्तुमानाचा स्थिरतेशी, उपग्रहाच्या फिरण्याशी असलेला संबंध शोधा. घड्याळ वापरून उपग्रहाला एक फेरी पूर्ण करण्यासाठी, गुरुत्वाकर्षण स्थिर असताना किती वेळ लागतो तेही शोधा.

प्रत्येक वस्तुमानावर (मास) गुरुत्वाकर्षण बल कार्य करते. हे बल म्हणजे वस्तूचे वजन होय. एखादी वस्तू चंद्रावर नेली तर तिचे वस्तुमान तेच राहते, परंतु वजन कमी होते, कारण चंद्राचे गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीच्या तुलनेने कमी आहे. जेव्हा अवकाशयानातून माणूस अवकाशात प्रवास करतो तेव्हा त्याच्यावर कार्य करणारे गुरुत्वाकर्षण कमी वा शून्य असते

मानवाने सोडलेल्या कृत्रिम उपग्रहावर अनेक उपकरणे बसवलेली असतात. अवकाशातील प्रारणे, इतर माहिती (फोटो इ.) गोळा करणे, साठवून ठेवणे आणि पृथ्वीवरील प्रयोगशाळेत विशिष्ट स्वरूपात पाठवणे अशी अनेक कार्ये उपग्रह करतात. त्यावर सौर ऊर्जा वापरण्यासाठी यंत्रणा, संदेशांची देवघेव करणारी यंत्रणा इ. उपकरणे असतात. त्यामुळे पृथ्वीवरील प्रयोगशाळेतून त्यांचे नियंत्रण करता येते. गुरुत्वाकर्षणाच्या बलामुळे हे कृत्रिम उपग्रह एकाच कक्षेत पृथ्वीभोवती फिरत राहतात. प्रथम अग्निबाणाच्या साहाय्याने हे उपग्रह उंच उडवले जातात. ठरावीक उंचीवर पोचले की ते पृथ्वीभोवती भ्रमण करू लागतात. त्यासाठी त्यांना विशेष ऊर्जा लागत नाही. त्याचा भ्रमणाचा वेग विशिष्ट मर्यादामध्येच असावा लागतो. या मर्यादा उपग्रहाच्या पृथ्वीपासून असणाऱ्या अंतरावर अवलंबून असतात. वेग कमी झाला तर उपग्रहावर गुरुत्वाकर्षण बल वाढून तो पृथ्वीवर कोसळू शकतो. वेग जास्त झाला तर गुरुत्वाकर्षण पार करून उपग्रह अवकाशात गोफणीचा दगड जावा तसा सरळ दिशेने प्रवास करून नाहीसा होतो. वरील प्रयोगात वजन खाली जाणे हे वेगापेक्षा बल जास्त असल्याचे दाखवते तर वजन वर उचलले जाणे हे बलापेक्षा वेग जास्त असल्याचे दाखवते. स्थिर बल, स्थिर कक्षा उपग्रह योग्य तऱ्हेने प्रवास करत असल्याचे दाखवते.

त्या वेळी लहानसहान कृती करणेदेखील कठीण होते (अन्न, खाणे, चालणे इ.), स्नायूंचे ताण पडून ते दुर्बल होतात, फार काळ गेला तर त्यांना कायमचे नुकसान संभवू शकते.

गुरुत्वाकर्षण हे सर्व वस्तूंना पृथ्वीच्या मध्याच्या दिशेने खेचते. वस्तूचे वजन, आकार इ. वेगळे असले तरी गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रवेगात फरक पडत नाही. म्हणून पुस्तक

आणि पेन्सिल उंचावरून खाली टाकली तरी दोन्ही एकाच वेळी जमिनीवर पोचतात. सर्व ग्रह, तारे इ. अवकाशातील वस्तू आपल्याजवळ येणारी प्रत्येक वस्तू आकर्षित करतात. हे बल ग्रह, ताऱ्यांच्या वस्तुमानावर अवलंबून असते. गुरुत्वाकर्षणाच्या बलामुळे ग्रह, उपग्रह (चंद्र), कृत्रिम उपग्रह (सॅटेलाइट) आपापल्या कक्षेत सतत फिरत राहतात.

उल्कावर्षाव

उल्कावर्षाव म्हणजे अवकाशातून पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे होणारा उल्कापात होय. उल्का पृथ्वीवर कशी पडते आणि खड्डे कसे निर्माण होतात ते लहानशा प्रयोगाने पाहा.

साहित्य : वाळू किंवा मऊ माती असलेला जमिनीचा तुकडा, लहानमोठे दगड, पाणी.

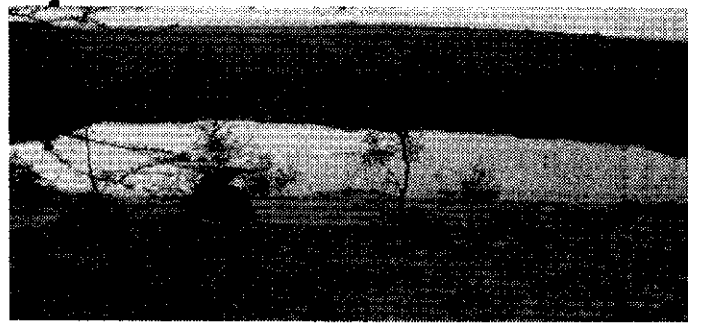
कृती :

१. अर्धा मीटर लांबीरुंदीचा चौरस, मऊ माती किंवा वाळू असलेल्या जमिनीवर आखून घ्या. त्या जागेपासून दोन मीटर अंतरावर उभे राहून लहानमोठ्या आकाराचे दगड वेगाने त्या जमिनीवर फेका. काही त्या जागेत पडतील काही पलीकडे जातील.
२. त्यानंतर जमिनीवरील उल्का सावकाश बाहेर काढा. त्या जागी एक अर्धगोल आकाराचा खड्डा तयार झालेला असेल. या खड्ड्याचा आकार, खोली पाहा. वेगवेगळ्या आकाराचे दगड वेगवेगळ्या आकाराचे खड्डे पाडतात. दगड पडताना जमिनीशी होणारा कोन महत्त्वाचा आहे. वेगवेगळ्या वेगाने, कोनांतून, वेगवेगळ्या आकाराचे दगड फेकून पडणाऱ्या खड्ड्यांच्या खोलीचा, आकाराचा अभ्यास करा. जुना खड्डा आणि नंतरचा खड्डा ओळखता येतो का?
३. त्या चौरसावर पाणी ओतून ओलसर करा आणि वरीलप्रमाणे दगड फेकून खड्डे कसे पडतात पाहा. ओल्या जमिनीवर आणि कोरड्या जमिनीवर पडलेल्या खड्ड्यांची तुलना करा.

खडक, बर्फ, धातू इ. वस्तूंनी बनलेल्या उल्का अवकाशात इतस्ततः फिरत असतात. पृथ्वीच्या वातावरणाशी संपर्क आला की त्या गुरुत्वाकर्षणाच्या बलाने पृथ्वीजवळ वेगाने खेचल्या

आकाशातील लघुग्रह म्हणता येतील अशा उल्का प्रामुख्याने लोखंड आणि निकेल या धातूंनी बनलेल्या असतात. हे दोन्ही धातू चुंबकत्व असलेले आहेत. अवकाशातून फिरताना त्यांच्या चुंबकत्वामुळे उल्का धूलिकणांना आकर्षून घेतात. उल्कांमध्ये २०% भाग अवकाशातील धुळीचा असतो.

जातात. हवेच्या कणाशी घर्षण होऊन आपल्याला आकाशात पेटती रेषा दिसते. त्यालाच आपण उल्का म्हणतो. बहुसंख्य उल्का हवेशी घर्षण होऊन, लहानलहान तुकडे होऊन जळत नाश पावतात. काही मात्र दगडाच्या स्वरूपात पृथ्वीच्या पृष्ठभागापर्यंत येतात. अशा कोट्यवधी उल्का रोज पृथ्वीवर पडतात आणि ४०० टन वस्तुमान रोज पृथ्वीवर येते. मोठ्या आकाराच्या उल्का फारच थोड्या पडतात. दहा हजार वर्षांत एखादी पर्वताएवढी उल्का पृथ्वीपर्यंत पोचू शकते. तीसुद्धा बहुतेक पाण्यात पडते. कारण पृथ्वीचा ४/५ पृष्ठभाग पाण्याने बनलेला आहे. मोठ्या आकाराची उल्का पृथ्वीवर पडली तर त्याचा खड्डा कायमस्वरूपी पडतो. महाराष्ट्रातील लोणारचे गोल तळे हे उल्कापातामुळे झालेल्या खड्ड्यामध्ये पाणी साठून बनलेले आहे. चंद्रावरही उल्कापातामुळे पडलेले खड्डे आढळले आहेत.



प्रकाशाचा वेग

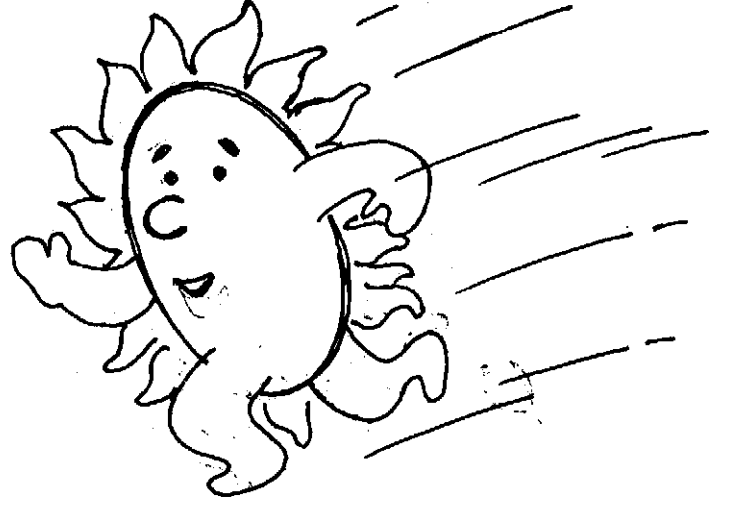
सूर्यापासून पृथ्वीपर्यंत प्रकाश किती वेळात पोचतो? काही गुणाकार करा आणि प्रकाशवर्ष म्हणजे किती अंतर होते हे शोधून काढा.

साहित्य : कागद, पेन्सिल, घड्याळ, साधे गणनयंत्र (कॅल्क्युलेटर)

कृती :

१. प्रकाशाचा वेग ३ लाख किलोमीटर प्रतिसेकंद इतका आहे. एका मिनिटामध्ये साठ सेकंद असतात. प्रकाश एका मिनिटात किती अंतर कापेल ते गुणाकार करून काढा. ($३००,००० \times ६० = अ$ किलोमीटर)
२. एका तासात साठ मिनिटे असतात. प्रकाश एका तासात किती अंतर कापेल ते गुणाकार करून काढा. ($अ \times ६० = ब$ किलोमीटर)
३. एका दिवसात २४ तास असतात. प्रकाश एका दिवसात किती अंतर कापेल ते गुणाकार करून काढा. ($ब \times २४ = क$ किलोमीटर)
४. एका वर्षात ३६५ दिवस असतात. प्रकाश एका वर्षात किती अंतर कापेल ते गुणाकार करून काढा. ($क \times ३६५ = ड$ किलोमीटर) या अंतराला प्रकाशवर्ष असे म्हणतात. ताऱ्यामधील अंतर मोजण्यासाठी प्रकाशवर्ष हे एकक वापरतात.
५. या एककाचा वापर करून सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीवर किती वेळात पोचतो ते शोधून काढा. पृथ्वी सूर्यापासून १५ कोटी कि.मी. अंतरावर आहे. या संख्येला ३ लाख या संख्येने भागले असता सेकंदांत उत्तर येते ५०० सेकंद. या संख्येला ६० ने भागले तर सूर्यापासून किती वेळात प्रकाश पृथ्वीवर पोचतो ते उत्तर मिनिटांमध्ये मिळेल.
६. घड्याळ वापरून नेमकी वेळ पाहा आणि वरील उत्तराइतक्या मिनिटाने पुन्हा पाहा. सूर्यापासून पृथ्वीवर प्रकाश पोचायला किती वेळ लागतो ते कळेल.

वरील गणिताप्रमाणे एक प्रकाशवर्ष म्हणजे ९.५×१०^{१२} (९.५ वर बारा शून्ये) कि.मी. होतात. ताऱ्यांमधील अंतरे इतकी प्रचंड आहेत की हे एकक वापरले जाते. सूर्यापासून पृथ्वीवर प्रकाश ८ मिनिटे २० सेकंदात पोचतो.



अवकाशात एखादा संदेश पाठवला तर तो ऐकला जातो आहे हे कसे कळेल? त्याचे उत्तर आले तर ते समजेल का? विश्वाच्या सर्व भागांत रेडिओ संदेश पाठवले जातात. आजवर जे रेडिओसंदेश उपकरणांनी नोंदलेले आहेत ते सर्व नैसर्गिक स्रोतांपासून मिळालेले आहेत. रेडिओ संदेश प्रकाशाच्या वेगाने अवकाशात जातात. पृथ्वीपासून सर्वांत जवळच्या ताऱ्यापर्यंत पोचण्यासाठी या वेगाने रेडिओसंदेशाला कित्येक वर्षे लागतील. तुम्ही हाक मारलीत तर उत्तर यायला शंभर वर्षे लागतील.

पृथ्वीचे वातावरण तापण्याचे प्रमुख कारण पृथ्वीच आहे. सूर्यापासून येणारे प्रकाशकिरण पृथ्वीवरील जमीन, खडक, पाणी शोषतात आणि त्याचे उष्णतेत रूपांतर होऊन तापतात. हे गरम पदार्थ मग पृथ्वीजवळच्या हवेला गरम करतात त्यामुळे पृथ्वीजवळील वातावरणाचा थर दूरच्या थरापेक्षा अधिक तापमान दाखवतो. पृथ्वीजवळील हवा दाट असते. त्यामध्ये धूलिकणांचे प्रमाण अधिक असते तसेच बाष्पकणही अधिक असतात. त्यामुळे सूर्यप्रकाशाची उष्णता या थरात जास्त शोषली जाते. आणि पृथ्वीच्या कवचावरील परावर्तित उष्णताकिरणही (इन्फ्रारेड) अधिक प्रमाणात शोषले जातात.

आकाशाची निळाई येते कुठून?

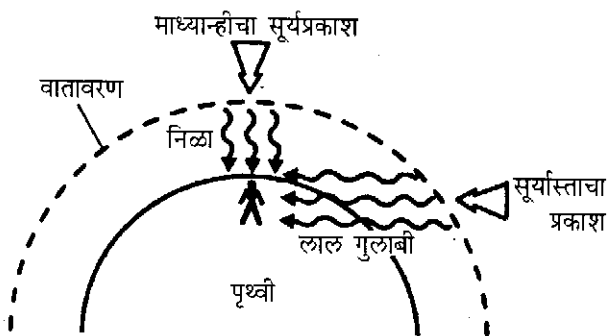
पृथ्वीवरून पाहिले तर आपले आकाश निळे दिसते. पण चंद्रावरून जे फोटो घेतलेले आहेत त्यामध्ये मात्र अवकाशाचा रंग काळा आहे. हा फरक का व कसा पडतो ते प्रयोग करून पाहा.

साहित्य : काचेची बरणी किंवा मोठा पेला, पाणी, दूध, चमचा, काळा कागद, प्रखर पांढऱ्या प्रकाशाची विजेरी. (फ्लॅशलाइट)

कृती :

1. ही कृती पूर्ण काळोखात करा.
2. बरणीमध्ये ३/४ पाणी भरा आणि मागे काळा कागदाचा चौकोन ठेवा. एखाद्या फलकावर कागद चिकटवून तो मागे ठेवला तरी चालेल.
3. प्रखर विजेरी घेऊन पाण्याच्या दिशेने तिचा झोत फेका. पाणी स्वच्छ पारदर्शक दिसेल. तसेच काचेतून बाजूने झोत फेकला तर पलीकडचा काळा कागद स्पष्ट दिसेल. चंद्राच्या पृष्ठभागावरून अवकाश असे काळे दिसते.
4. प्रकाशाचा झोत फेकलेला असताना पाण्यात चमच्याने हळूहळू दूध मिसळा. पेल्यामध्ये फिकट निळा रंग दिसेल. काळा कागद आता दिसतो का पाहा. विजेरीची दिशा फिरवून पाण्यावर वेगवेगळ्या कोनातून प्रकाशाचा प्रखर झोत टाका. गुलाबी, लालसर रंग दिसतो का?

पृथ्वीच्या वातावरणातून प्रकाश जाताना त्याचे अपवर्तन (रिफ्रॅक्शन) आणि विकिरण (स्कॅटरिंग) होते. अपवर्तनामुळे आकाशातील तारे प्रत्यक्षापेक्षा थोडे उंच जागी दिसतात. हा परिणाम क्षितिजाजवळ असलेल्या ताऱ्यांच्या बाबतीत अधिक प्रमाणात होतो. पहाटे सूर्योदय होण्यापूर्वी काही वेळ आधी सूर्य क्षितिजावर दिसतो. त्याचे कारण प्रकाशकिरण वातावरणामुळे वाकतात आणि आपल्या डोळ्यांपर्यंत पोहोचतात. सूर्यास्तानंतर



सूर्य क्षितिजरेषेच्या खाली गेला तरी प्रकाशकिरण वातावरणात फेकले जातात. अपवर्तनाबरोबर प्रकाशाचे घटक रंग वेगवेगळ्या कोनांत वाकल्यामुळे व्यावर्तनही होते (डिस्पर्सन) आणि घटक रंग स्वतंत्रपणे क्षितिजावरील ढगावर पडतात. त्यामुळे आकाश रंगीबेरंगी दिसते. वर्णपटातील पहिला रंग लाल आहे त्यामुळे त्याचे प्रमाण जास्त असते. म्हणून आकाश विविधरंगी पण लाल छटा जास्त असलेले दिसते.

या प्रयोगात शुद्ध पाणी म्हणजे चंद्रावरील वातावरण होय. त्यामधून प्रकाश काळ्या रंगावर पडला की अवकाश काळे दिसते. त्यामध्ये दूध मिसळले की दुधाच्या कणावर प्रकाश पडून अगदी फिके असे रंग दिसतात. कारण हे कण प्रकाशाचे विकिरण करतात. जास्त दूध मिसळले, विजेरीचा कोन बदलला तर वेगवेगळ्या रंगांच्या फिकट छटा पाहता येतात आणि पलीकडचा काळा कागद दिसत नाही. रात्री सूर्यप्रकाश नसल्याने आकाश काळे दिसते.

पृथ्वीच्या वातावरणात अनेक प्रकारचे कण आहेत. विविध वायुकण, धूळ, काजळी, सूक्ष्म दगडांचे कण, परागकण, सूक्ष्म मिठाचे कण, वाहनांच्या धुराचे कण, कारखान्यांच्या चिमणीतून फेकले जाणारे विविध रासायनिक पदार्थांचे कण इ. कण हवेत तरंगत असतात. जेव्हा सूर्यप्रकाश त्यांच्यावर पडतो तेव्हा प्रकाशाचे विकिरण (स्कॅटरिंग) होते. घटक रंगाचे विकिरण वेगवेगळे होते, कारण ते तरंगलांबीवर अवलंबून असते. निळा आणि जांभळा रंग सर्वात कमी तरंगलांबीमुळे जास्त प्रमाणात विकिरण पावतो. विशेषतः जेव्हा सूर्य डोक्यावर असतो तेव्हा सूर्यकिरण जमिनीला लंब असे पडतात (आकृती पाहा) आणि विकिरण पावून निळा रंग डोळ्यापर्यंत पोचतो म्हणून आकाश निळे दिसते. सूर्य क्षितिजावर असताना प्रकाशकिरण तिरपे पडतात आणि त्यांचा वातावरणातील प्रवासही जास्त लांबीचा होतो. निळा रंग इतक्या जास्त कोनात विकिरण पावतो की तो रंग पृथ्वीपर्यंत पोचत नाही. कमी विकिरण झालेला जास्त तरंगलांबीचा लाल रंग, केशरी रंग पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील ढगावर पडतो आणि आकाश रंगीबेरंगी, लाल रंगाची जास्त छटा असलेले दिसते. चंद्रावर वातावरण नाही. त्यामुळे प्रकाशाचे विकिरण होत नाही आणि अवकाशाचा काळा रंग तसाच सर्वत्र दिसतो. अवकाशाचा रंग हा वातावरणावर अवलंबून असतो. मंगळावरून पाहिले तर आकाश गुलाबी दिसते.

ग्रहशास्त्र (प्लॅनेटॉलॉजी) ही तुलनेने नवी शास्त्रशाखा आहे. यामध्ये पृथ्वीचा इतर अवकाशाशी तुलनात्मक अभ्यास केला जातो. इतर ग्रहांपेक्षा पृथ्वी का व कशी वेगळी आहे! फक्त पृथ्वीवरचे तापमान सजीव राहू शकतील असे आहे. पृथ्वीवर इतके प्रचंड पाणी का आहे? संपूर्ण सूर्यमालेत फक्त पृथ्वीवरची परिस्थिती सजीवांना अनुकूल अशी आहे त्याची कारणे काय असावीत? अशा अनेक पैलूंचा अभ्यास या शास्त्रशाखेत केला जातो.

ताऱ्याचे आयुष्य दहा अब्ज वर्षे (एकावर दहा शून्ये) असते!

आपल्या सूर्यमालेत फक्त एकच तारा आहे, तो म्हणजे सूर्य. त्याचा व्यास तेरा लाख ब्याण्णव हजार कि.मी. आहे. १०७ पृथ्वीगोल एका बाजूस एक ठेवत गेले तर तेवढा व्यास होतो. सूर्य हा मुख्यतः हैड्रोजन आणि हेलियम या दोन वायूंनी बनलेला असून त्याचे पृष्ठभागावरील तापमान ६०००° सेल्सिअस तर मध्यभागाचे तपमान एक कोटी सेल्सिअसहून अधिक आहे.

अवकाशातील ताऱ्याच्या युद्धावर अनेक चित्रपट तसेच दूरदर्शन मालिका निघाल्या आहेत. त्यांमध्ये वेगवेगळ्या यानांची टक्कर दाखवलेली असते. प्रत्येक वेळी टक्कर होताना प्रकाशाचा लोळ उठतो आणि मोठ्याने आवाज येतो. प्रत्यक्षात अवकाशात कोणताही पदार्थ, वायू, हवा असे काही नसल्याने ध्वनिलहरी अवकाशातून प्रवास करू शकत नाहीत. विज्ञानदृष्ट्या प्रकाशाचा लोळ अवकाशात येणे शक्य आहे, पण आवाज येणे मात्र शक्यच नाही. प्रत्येक टक्कर ही ध्वनिविरहितच असायला हवी.

वीस जुलै १९६९ रोजी नील आर्मस्ट्रॉंग या अमेरिकन माणसाने- चांद्रवीराने- चंद्रावर पहिले पाऊल ठेवले आणि एक फेरफटका मारला त्या वेळी त्याने उद्गार काढले, “माणसासाठी हे छोटेसे पाऊल असले तरी अखिल मानवजातीसाठी ही फार मोठी उडी आहे.”

काही वर्षांपूर्वी संशोधकांना विश्वास वाटत होता की, विश्वामध्ये आणखी कुठेतरी जीवन असावे. जर प्रगत जीवसृष्टी विश्वात असती तर आजवर तिने पृथ्वीवर संपर्क साधायचा नक्की प्रयत्न केला असता. परग्रहावरील सजीवांनी पृथ्वीला भेट दिल्याचे कोणतेही सबळ पुरावे आजवर सापडलेले नाहीत. विश्वाचा पसारा इतका प्रचंड आहे की आकाशगंगेच्या मध्यभागी जे जुने तारे आहेत त्यांनी संपर्क साधायचा प्रयत्न केला तरी प्रकाशाच्या वेगाने संदेश यायला लक्षावधी वर्षे लागतील. परग्रहावरील जीवसृष्टी ही सध्या तरी मानवाने निर्मिलेली कल्पनाच आहे.

सूर्यमाला

आपल्या सूर्यमालेत पृथ्वी धरून नऊ ग्रह आहेत. आपण वेगवेगळ्या आकाराचे फुगे आणि चेंडू घेऊन खेळता खेळता सूर्यमालेचा अभ्यास करू या.

साहित्य : २ ते ३ मीटर व्यासाचा फुगा (सूर्य), दोन गोट्या (बुध, प्लुटो), दोन टेनिस चेंडू (शुक्र, पृथ्वी), पिंगपॉंगचा चेंडू (मंगळ), फुटबॉलच्या आकाराचे दोन चेंडू किंवा फुगे (गुरू, शनी), दोन २० सें.मी. व्यासाचे रबरी चेंडू (युरेनस, नेपच्यून), दोरी, रंगीत पेन्सिली, टेप, कागद, डिक.

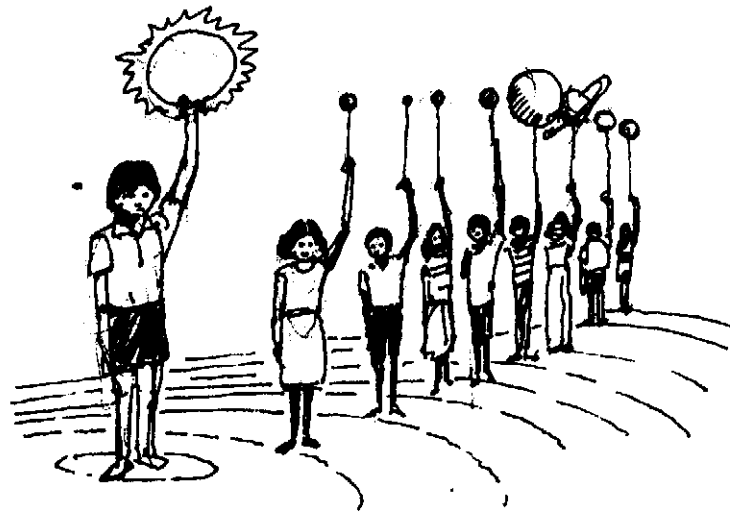
कृती :

१. चेंडू, फुग्यांऐवजी पुठ्टे घेऊन त्या त्या आकाराचे गोल कापा. त्यांना रंगीत कागद चिकटवा आणि त्यांवर पेन्सिलीने ग्रहाचे नाव लिहून ते वापरले तरी चालेल. अंतरे आणि आकार प्रमाणात घेऊन आपल्या सूर्यमालेची प्रतिकृती बनवून विज्ञानप्रदर्शनात ठेवता येते.
२. पुढील पानावर तत्त्याच्या स्वरूपात सर्व ग्रहांच्या गुणधर्मांची, अंतराची माहिती दिलेली आहे. त्याप्रमाणे प्रतिकृती तयार करा.
३. वरील चेंडू, फुगे, पुठ्टे यांवर त्या त्या ग्रहाचे नाव लिहिलेले आहे. नऊ ग्रह आणि सूर्य मिळून दहा मुले हा खेळ खेळू शकतात. एकजण सर्वांत मोठा फुगा सूर्य हातात धरून मध्यभागी उभा राहिल. बाकीचे सर्व ग्रह बनून क्रमाने, प्रमाणात अंतर ठेवून उभे राहतील. ७० ते ७ हजाराहून अधिक किलोमीटर अंतर ठेवावे लागते. थोडे कमीजास्त करत तुलनात्मक अंतर घ्या. शंभरपट अंतर घेणे शक्य नाही, तेव्हा लॉग पद्धत वापरून घातांक प्रमाण घेतले तर कमी जागेत प्रतिकृती करता येते.
४. चेंडू वा फुगे एकमेकांकडे फेकून खेळा. सर्वांत मोठा ग्रह कोणता? सर्वांत लहान कोणता? सूर्यापासून जवळ कोणता? दूर कोणता? हे खेळता खेळता जाणून घ्या. थोड्या फेकाफेकीच्या खेळानंतर तुम्हांला योग्य खेळाडूकडे योग्य चेंडू देऊन ग्रहाचा क्रम लावता येतो का?
५. सरळ रेषेत उभे राहा. पहिले सहा ग्रह तुलनेने जवळ आहेत, तर शेवटचे तीन ग्रह जास्त अंतरावर आहेत. ग्रहांच्या अंतराची तुलना करा. त्या त्या त्रिज्येच्या वर्तुळाकार कक्षेत मुलांनी फिरायचे आहे. आणि प्रदक्षिणा पूर्ण करण्यासाठी लागणारा वेळ पृथ्वीसाठी एक हे

प्रमाण धरून बाकी ग्रहांनी प्रमाणात घ्यायचा आहे. उदा. पुढील पानावरील तत्त्यावरून पृथ्वीला सूर्यप्रदक्षिणेला एक वर्ष लागते तर प्लुटोला २४८ वर्षे लागतात. घातांक प्रमाण घेतले तर पृथ्वीच्या अडीचपट होते. (घातांक प्रमाण दहापट = एक, शंभरपट = दोन, हजारपट = ३ या प्रमाणात बदलते.)

६. प्रत्यक्षात ग्रहांच्या कक्षा लंबवर्तुळाकार आहेत. प्रतिकृती तयार करताना जमत असेल तर वर्तुळाऐवजी थोडे चपटे वर्तुळ करा. मुलांची संख्या वाढवून प्रत्येक घराभोवती (बुध, शुक्र, सोडून) चंद्र फिरताना दाखवा. चंद्रासकट ग्रहाचे फिरणे थोडा वेग कमी ठेवून दाखवता आले तर फारच छान. एक एक ग्रहाचे स्वतंत्रपणे दाखवले तरी चालेल. गुरूला सोळा तर शनीला अठरा चंद्र आहेत. पुढ्याचे गोल करून ग्रह दर्शवता आले तर त्यांवर त्या ग्रहाची माहिती लिहिलेला कागद चिकटवा. पृथ्वी आणि एक एक ग्रह घेऊन त्यांचे फिरणे दाखवणे सोपे जाते.

पृथ्वीसह नऊ ग्रह, त्यांचे चंद्र यांबरोबर हजारो उल्का, धूमकेतू, लहान खडक (अॅस्ट्राइड्स) धूळ आणि हवेचे कण सूर्याभोवती फिरत असतात म्हणून सूर्यमालेचाच भाग आहेत. सर्व ग्रह सूर्याभोवती फिरताना स्वतःभोवतीही फिरत असतात. प्रतिकृती करताना मुले स्वतःभोवती फिरत प्रदक्षिणा करू शकतात. प्रत्येक ग्रहाचा दिवस (स्वतःभोवती एक फेरी पूर्ण करायला लागणारा वेळ) आणि वर्ष (सूर्याभोवती एक फेरी



पूर्ण करायला लागणारा वेळ) वेगवेगळे असते (तक्ता पहा.). लंबवर्तुळाकार कक्षा असल्याने काही वेळा ग्रह सूर्याजवळ तर काही वेळा थोडे दूर असतात. त्यामुळे ही अंतरे सरासरी घेऊन दिलेली आहेत. ग्रहाची अंतरे मोजताना ग्रहशास्त्रात पृथ्वीचे सूर्यापासून असलेले सरासरी अंतर (१५ कोटी किलोमीटर) हे एकक वापरतात. त्याला एयु म्हणजे 'अॅस्ट्रॉनॉमिकल युनिट' म्हटले जाते.

पुढ्याच्या ग्रहावर लिहायचे ग्रहांचे गुणधर्म क्रमाने दिलेले आहेत.

बुध (मर्क्युरी) : चंद्राएवढा आकार, सूर्यापासून सर्वात जवळचा ग्रह.

शुक्र (व्हीनस) : सर्वात प्रकाशमान ग्रह. सर्व ग्रह स्वतःभोवती फिरताना घड्याळाच्या काट्यांच्या विरुद्ध दिशेने फिरतात. ही दिशा ----- अशी दर्शवली जाते. शुक्र हा ग्रह काट्यांच्या दिशेने फिरतो.

पृथ्वी (अर्थ) : शुक्राएवढा आकार.

मंगळ (मार्स) : पृथ्वीपेक्षा थोडा लहान, मंगळाच्या धुवावर बर्फ आहे. वातावरणात ढग, पाण्याची वाफ आणि प्राणवायूही आहे.



गुरू (ज्युपिटर) : इतर सर्व ग्रह एकत्र केले तर त्याहून मोठा आकार असलेला हा ग्रह आहे. त्यावर लाल डाग आहे.

शनी (सॅटर्न) : गुरूपेक्षा लहान ग्रह. भोवतीच्या कड्यांसाठी प्रसिद्ध. त्याचा चंद्र बुधापेक्षा मोठा आहे.

युरेनस : युरेनसलाही कडी आहेत पण जाड, गच्च नाहीत. तिसरा मोठा ग्रह.

नेपच्यून : चौथा मोठा ग्रह.

प्लूटो : सर्वात लहान ग्रह. नेपच्यूनचा कक्षेतून निसटलेला उपग्रह असावा असे म्हटले जाते. त्यापलीकडेही ग्रह आहेत असे दर्शवणारे पुरावे असल्याचे त्याच्या कक्षेच्या आकारावरून समजते.

गुणधर्म	बुध	शुक्र	पृथ्वी	मंगळ	गुरू	शनी	युरेनस	नेपच्यून	प्लूटो
आकार	.	o	.	.			o	o	.
रंग	केशरी	पिवळट	निळसर पांढरा	लाल	पिवळा	पिवळा	हिरवा	पिवळा	पिवळा
सूर्यापासूनचे अंतर (कमाल) कोटीमध्ये	६.९७ कि.मी.	१०.९०	१५.२१	२४.९१	८१.५७	१५०.७	३००.४	४५३.७	७३५.५
व्यास कि.मी.	४,८८०	१२१००	१२७५६	६७८७	१४२,८००	१२०,०००	५१८००	४९५००	३०००
पृष्ठभागावरील सरासरी तापमान	कमाल ३५०° सें. कि. १७०° सें.	४८०° सें.	२२° सें.	-२३° सें.	-१५०° सें.	-१८०° सें.	-२१०° सें.	-२२०° सें.	-२३०° सें.
पृथ्वीच्या तुलनेने दिवसाची लांबी	५८ दिवस	२४३ दि.	१ दिवस	१ दिवस	१० तास	१० तास	१६ तास	१८ तास	६.४ दिवस
पृथ्वीच्या तुलनेने वर्षाची लांबी	८८ दिवस	२२५ दि.	३६५ दि.	६८७ दि.	१२ वर्षे	३० वर्षे	८४ वर्षे	१६५ वर्षे	२४८ वर्षे
चंद्रांची संख्या	०	०	१	२	१६	१८	१५	८	१

चंद्राच्या कला

चंद्र रात्री स्पष्ट दिसतो. दिवसा सूर्यप्रकाशामुळे स्पष्ट दिसत नाही. प्रतिकृतीच्या साहाय्याने चंद्राच्या कला पाहा.

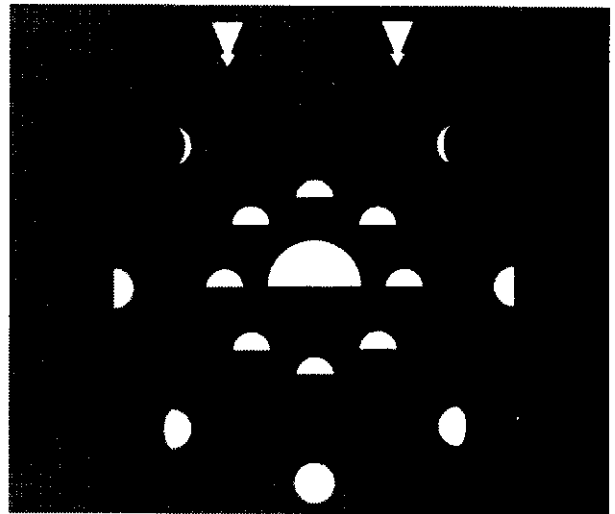
साहित्य : प्रखर विजेरी, मोठा चेंडू (शक्यतो पांढरा वा पिवळसर असावा.).

कृती :

- ही कृती कमी प्रकाश असलेल्या खोलीत करा. हातात प्रखर विजेरी घेऊन उभा असलेला मुलगा सूर्य आहे. तो एका ठिकाणी स्थिर आहे.
- दुसरा मुलगा पृथ्वी आहे. स्वतःभोवती सावकाश फिरत तो सूर्याला प्रदक्षिणा घालत आहे. पृथ्वी ज्या ठिकाणी आहे त्या दिशेने सूर्याने विजेरीचा झोत फेकायचा आहे. जेव्हा पृथ्वीचा चेहरा दिव्यासमोर आहे तो दिवस आहे, पाठ दिव्यासमोर आहे ती रात्र आहे.
- तिसरा मुलगा डोक्यावरती चेंडू धरून चंद्र होईल. चंद्र सतत पृथ्वीकडे तोंड करून तिच्याभोवती फेऱ्या मारतो. चंद्राची पाठ सूर्याकडे अन् तोंड पृथ्वीकडे असते तेव्हा पृथ्वीला चंद्र दिसत नाही. चंद्राच्या कला पाहण्यासाठी पृथ्वीचा चेहरा चंद्रासमोर सतत हवा (तेवढ्यापुरते पृथ्वीचे सूर्यग्रहण थांबवा.). सूर्य विजेरी चंद्रावर म्हणजे डोक्यावरच्या चेंडूवर मारेल. पृथ्वीला चंद्र दिसत नाही ती अमावास्या आहे. जेव्हा चंद्रावर पूर्ण प्रकाश आहे, तेव्हा पौर्णिमा आहे. सुयोग्य हालचाली केल्या तर पृथ्वीला चेंडू, या मधल्या प्रकाशाच्या अवस्थेत म्हणजे आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे दिसतो. याच चंद्राच्या कला होत. मधे मधे फिरणे थांबवून कला स्पष्ट पाहा. पृथ्वीच्या जागी प्रत्येक मुलाने जाऊन कला पाहाव्या.
- प्रत्यक्षात घडते ते गुंतागुंतीचे आहे. कारण पृथ्वी आसाभोवती फिरते तो आस कललेला आहे. पृथ्वीची कक्षा वर्तुळाकार नसून लंबवर्तुळाकार आहे. पण चेंडू १/४, १/२, ३/४, १ आणि शून्य असा प्रकाशित दिसतो. त्यावरून कला कशा होतात याची ढोबळ कल्पना येते.
- हीच प्रतिकृती वापरून ग्रहणे कशी होतात ते पाहता येते. हात लांब करून तळहात उभा चेहऱ्यासमोर धरा. गोल फिरताना हात प्रकाशासमोर आला तर तळहातामागे प्रकाशाचा झोत दडला जातो हे सूर्यग्रहण आहे. सूर्याकडे पाठ असताना तळहात समोर असला तरी त्यावर प्रकाश पडत नाही. हे चंद्रग्रहण आहे. या वेळी पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडते.

पृथ्वी स्वतःभोवती चौवीस तासांत एक प्रदक्षिणा पूर्ण करते. सूर्यकिरण एका वेळी पृथ्वीच्या अर्ध्याच भागावर पडतात, त्यामुळे दिवस अन् रात्र कशी होते हे समजू शकते. चंद्र पृथ्वीभोवती फिरताना त्यावर सूर्याचा प्रकाश पडतो आणि अर्धा चंद्र सतत प्रकाशमान राहतो (आकृती पाहा.). या अर्ध्याचा किती भाग पृथ्वीवरून दिसतो यावर चंद्राच्या कला अवलंबून असतात. चंद्राचे चक्र अमावास्यापासून (पूर्ण झाकलेला) पौर्णिमेपर्यंत शुक्लपक्ष म्हणून ओळखले जाते. त्यामध्ये रोज चंद्राचा थोडा जास्त भाग पृथ्वीवरून दिसतो. पौर्णिमेला पूर्णचंद्र दिसतो. त्यानंतर रोज थोडा कमी भाग दिसतो. याला 'कृष्णपक्ष' असे म्हणतात. पंधरा दिवसांचा पक्ष अन् दोन पक्ष मिळून ३० दिवसांचा चंद्रमास होतो.

चंद्राची पृथ्वीभोवती फिरण्याची कक्षा आणि पृथ्वीची सूर्याभोवती फिरण्याची कक्षा एकमेकांशी कोन करतात म्हणून प्रत्येक अमावास्याला सूर्यग्रहण वा प्रत्येक पौर्णिमेला चंद्रग्रहण होत नाही. या कक्षांमधील कोन बदलत असतो. कारण या ज्या ठिकाणी एकमेकांत छेदतात, त्या ठिकाणी चंद्र, पृथ्वी आले की सूर्य, चंद्र, पृथ्वी एका रेषेत येतात. या बिंदूला 'संपातबिंदू' असे म्हणतात. पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडली की चंद्रग्रहण होते. चंद्राची सावली पृथ्वीवर पडली की सूर्यग्रहण होते. चंद्र आकाराने सूर्यपेक्षा खूपच लहान असला तरी सूर्य दूर असल्यामुळे चंद्र पृथ्वीवरील काही भागासाठी सूर्य पूर्ण झाकू शकतो. त्या ठिकाणी खग्रास सूर्यग्रहण होते. बाकी भागातून थोडा सूर्य दिसतो त्या जागी खंडग्रास सूर्यग्रहण होते.



ऋतुचक्र

जगभरात उन्हाळा, पानगळ, हिवाळा, वसंत हे चार ऋतू मानले जातात. आपल्या देशात चार महिने उन्हाळा, चार महिने पावसाळा आणि चार महिने हिवाळा हे ऋतू आहेत. पृथ्वीचा गोल आणि दिवा वापरून ऋतू का व कसे होतात पाहा.

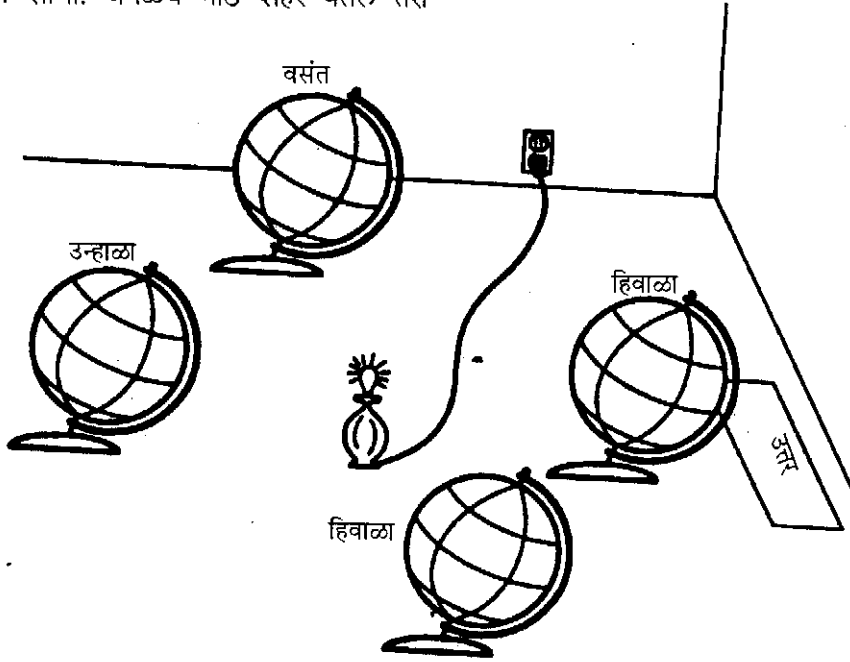
साहित्य : आसावर कललेला पृथ्वीगोल, दिवा, मोठी चकती असलेला लहान खिळा, चिकटपट्टी, कागद, पेन्सिल, मऊ वाकणारी मोजपट्टी, खडू.

कृती :

- दिव्यावरती काही आवरण असल्यास काढून टाका (शेड). दिवा जमिनीवर वा मोठ्या सपाट पृष्ठभागावर ठेवा आणि पेटवा. हा सूर्य आहे. खोलीमध्ये आणखी कोणताही प्रकाश नसावा.
- कोणतीही एक दिशा 'उत्तर' म्हणून निवडा. त्याविरुद्ध दक्षिण, उत्तरेकडे तोंड करून उभे राहिले तर उजव्या हाताला पूर्व अन् डाव्या हाताला पश्चिम असे लिहा. अधिक चिन्हाप्रमाणे जमिनीवर रेषा काढून मध्यभागी दिवा आणि चार टोकाला दिशादर्शक अक्षरे येतील अशी रचना करा.
- अक्षांश रेखांशासहित पृथ्वीचा नकाशा गोलावरती असतो. हा गोल कललेल्या आसावर स्वतःभोवती फिरवता येतो. नकाशा फिरवून भारताचे स्थान आणि तुमचे गाव प्रथम शोधा. जवळचे मोठे शहर घेतले तरी

चालेल. त्या जागी मोठ्या चकतीचा खिळा, चकती खाली येईल अशा तऱ्हेने चिकटपट्टीने चिकटवा. दिव्याखाली पुस्तके वगैरे ठेवून दिव्याची उंची पृथ्वीगोलाच्या मधल्या आडव्या रेषेतकी करा.

- दिव्यापासून दीड मीटर अंतरावर पृथ्वीगोल दक्षिण दिशेला ठेवा. पृथ्वीचा आस उलट दिशेला कललेला ठेवा. सावकाश पृथ्वीगोल फिरवा. एक प्रदक्षिणा एक दिवस दर्शवते. खिळा जेव्हा दिव्यासमोर येईल तेव्हा त्याची चकती मोठी असल्याने तिची सावली पृथ्वीच्या गोलाकार पृष्ठभागावर पडेल. मऊ मोजपट्टी वापरून (कागदाची पट्टी घेऊन ही तयार करता येते.) या सावलीची लांबी मोजा.
- उरलेल्या तीन दिशा लिहिलेल्या जागी पृथ्वीगोल ठेवा आणि दिवसरात्र पाहा. तसेच सावलीची लांबी मोजा. प्रत्येक वेळी पृथ्वीचा आस उत्तर दिशेला कललेला ठेवा. सावली लहान असते तेव्हा प्रकाश सरळ पडतो आणि खिळ्यावर प्रकाश जास्त वेळ राहतो. (प्रदक्षिणा घालताना). हे उन्हाळ्याचे निदर्शक आहे. सावली मोठी पडते तेव्हा किरण तिरके पडतात आणि प्रदक्षिणा घालताना खिळ्यावर तुलनेने कमी वेळ प्रकाश राहतो. हा हिवाळा आहे. काही वेळा अगदी तेवढाच दिवस अन् रात्र राहते. वेगवेगळ्या जागी खिळा चिकटवा आणि ऋतू पाहा. विशेषतः उत्तर गोलार्ध अन् दक्षिण गोलार्धात ऋतू विरुद्ध असलेले दिसतील.



पृथ्वी सूर्याभोवती फिरताना ज्या कक्षेत फिरते, त्या पातळीशी तिचा आस २३.५ अंश इतका कोन करून कललेला आहे. हा आस सतत उत्तर ध्रुवताऱ्याकडे रोखलेला असतो. त्यामुळे काही वेळा उत्तर गोलार्ध सूर्याजवळ असतो तर विरुद्ध दिशेला दक्षिण ध्रुव सूर्याजवळ असतो. त्यामुळे ऋतू होतात.

पृथ्वीच्या गोल पृष्ठभागावर मध्यभागी विषुववृत्त, उत्तरेला कर्कवृत्त तर दक्षिणेला मकरवृत्त आहे. कललेल्या आसामुळे कर्कवृत्त सूर्यासमोर जवळ आले की उत्तर गोलार्धात उन्हाळा येतो. त्याच वेळी मकरवृत्त सूर्यापासून कमाल दूर असते. त्यामुळे त्या ठिकाणी हिवाळा असतो. पृथ्वी सूर्याच्या विरुद्ध बाजूला आली की हेच उलट होते. या दोन्ही वृत्तांचे रेखांश २३.५ अंश इतके आहेत. या दोन अवस्थांच्या बरोबर मध्यभागी पृथ्वी असताना सूर्याजवळ विषुववृत्त असते अन् दोन्ही वृत्ते समान अंतरावर असतात. या स्थितीत असताना बरोबर १२ तासांचा दिवस व बारा तासांची रात्र असते. सप्टेंबर २१ तारखेला आणि २१ मार्चला ही अवस्था असते. २२ डिसेंबरला उत्तर गोलार्धात सर्वात लहान दिवस आणि दक्षिण गोलार्धात सर्वात मोठा दिवस असतो, तर २१ जूनला ही स्थिती बरोबर उलट होते. आपल्या देशातील भौगोलिक परिस्थितीमुळे उन्हाळ्याचे दोन महिने- जून, जुलै अन् हिवाळ्याचे दोन महिने- ऑगस्ट व सप्टेंबर असे चार महिने पाऊस पडतो. त्यामुळे पावसाळा हा ऋतू मानला जातो.

सूर्यघड्याळ (छायायंत्र)

पृथ्वीच्या भ्रमणावर आधारित 'छायायंत्र' हे उपकरण वेळ मोजण्याचे सर्वात जुने साधन आहे. तुमच्या गावाचे अक्षांश काढा आणि त्यावर आधारित छायायंत्र बनवा.

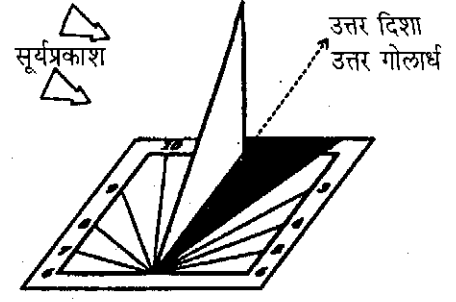
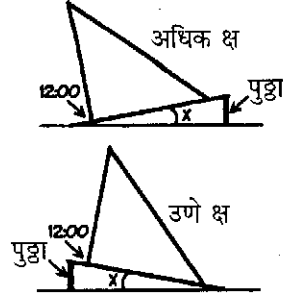
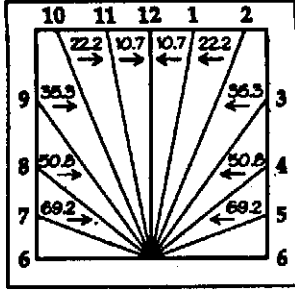
साहित्य : पुढा, पातळ पुढा, कात्री, पट्टी, पेन्सिल, कोनमापक, चिकटपट्टी, चुंबकसूची, जगाचा नकाशा.

कृती :

- हे छायायंत्र (सनडायल) ४५ अक्षांशावर नेमकी वेळ सांगते. ४० ते ५० अक्षांशांमध्ये साधारण बरोबर वेळ सांगते. तुमच्या गावाचे अक्षांश ठाऊक असले तर त्या ठिकाणी नेमकी वेळ सांगणारे छायायंत्र बनवता येते.
- २५ सें.मी. लांबीरुंदीचा पुड्याचा चौरस कापा. कडेला ५ सें.मी.चे अंतर सोडून आत २० सें.मी.चा चौरस आखा.
- मधल्या चौरसाचे एका उभ्या रेषेने दोन भाग करा. ही मध्यरेषा १२ वाजल्याचे दर्शवते. कोनमापक वापरून मधल्या चौरसावर खाली दिलेल्या कोनाच्या प्रथम खुणा करून घ्या. हे कोन मधील रेषेपासून डावीकडे व उजवीकडे घ्या. तळाच्या बिंदूपासून या खुणा केलेल्या बिंदूंना रेषेने जोडा. पुढील पानावरील आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे आतील चौरस तयार होईल. रेषांच्या टोकाशी घड्याळाप्रमाणे क्रमांक लिहा. कोन असे

घ्या. १०.७°, २२.२°, ३५.३°, ५०.८°, ६९.२° मध्यरेषेच्या उजव्या बाजूला कोन आतील चौरसाला मिळतात त्या जागी १, २, ३, ४, ५, ६ असे क्रमाने आकडे लिहा तर डाव्या बाजूला ११, १०, ९, ८, ७, ६ असे आकडे येतील.

- एक २० सें.मी. लांबीचा समद्विभुज काटकोन त्रिकोण पुड्यावर आखा आणि कापा. हा छायायंत्राचा काटा (नोमन) आहे. आखलेल्या चौरसाच्या मधील रेषेवर चिकटपट्टी वापरून हा काटा काटकोनात उभा करा (आकृती पाहा.). कोनमापक वापरून ९० अंशांत चिकटला गेला आहे याची खात्री करा.
- तुमच्या गावाचे अक्षांश ४० ते ५० मध्ये असतील तर हे छायायंत्र चालेल. त्याहून कमी किंवा जास्त असेल तर जगाचा नकाशा वापरून गावाचे अक्षांश काढा. ४५ मधून तो आकडा वजा करा. फरक क्ष अंश अधिक किंवा उणे येईल. तेवढ्या अंश कोनाचा पुड्याचा तुकडा त्रिकोणी कापा आणि छायायंत्राचा काटा चौरसावर चिकटवताना खाली हा त्रिकोण घाला. +क्ष आणि -क्ष असताना तळाचा त्रिकोण कसा घालावा हे आकृतीत दाखवले आहे. त्याप्रमाणे काटा पुढील वा मागील बाजूस झुकेल.
- सपाट जागेवर दिवसभर ऊन येईल अशा जागी हे छायायंत्र ठेवा. उत्तर गोलार्धात तुम्ही राहत असाल तर मधील १२ ची रेषा उत्तर दिशेला हवी. चुंबकसूची



वापरून प्रथम उत्तर दिशा काढा आणि रेषा मारा. त्यावर छायायंत्र ठेवा. दक्षिण गोलार्धात तुमचे गाव येत असेल तर १२ ची रेषा दक्षिण दिशेला ठेवा. या ठिकाणी सकाळची आणि दुपारची वेळ दर्शवणारे आकडेही बदलावे लागतील. १ ते ६ आकडे मधील रेषेच्या डाव्या बाजूला तर ११ ते ६ उजव्या बाजूला लिहा.

छायायंत्राच्या काट्याची सावली ज्या आकड्यावर पडेल तितके वाजलेले आहेत. प्रत्यक्षात घड्याळातील आकडे अन् यांत फरक आढळेल. त्याचे कारण तुम्ही सांगू शकाल का? भौगोलिकदृष्ट्या कोणती वेळ बरोबर आहे?

कोणत्याही ठिकाणी सूर्याच्या आकाशातील स्थितीवर अवलंबून असलेल्या वेळेला 'सूर्यवेळ' म्हणतात. ही वेळ छायायंत्राच्या काट्याच्या सावलीने दाखवली जाते. गावाच्या

अक्षांशाप्रमाणे काट्याची स्थिती प्रथम अचूक करून घेतलेली असल्याने काट्याची सावली योग्य वेळ दर्शवते. पृथ्वीचा आस कललेला असल्याने सूर्याची स्थिती ऋतूप्रमाणे बदलते पण काटा खाली त्रिकोण ठेवून तिरका ठेवल्यामुळे वर्षभर हे छायायंत्र योग्य वेळ दाखवते. तुमच्या घड्याळातली वेळ रेखांशाशी निगडित केलेली आहे. उदा. भारतामध्ये भारतीय प्रमाणवेळ सर्वत्र एकच असते. पण कलकत्याची सूर्यवेळ अन् मुंबईची सूर्यवेळ यांमध्ये फरक येईल. कलकत्ता पूर्वेला असल्याने तिथे सूर्य मुंबई आधी उगवतो. सूर्योदयाचा समय गावोगावी वेगळा असतो पण प्रमाणवेळ एकच असते म्हणून घड्याळातील आणि छायायंत्रातील वेळेत फरक येईल. भौगोलिक दृष्टीने छायायंत्रातील वेळ बरोबर आहे. प्रमाणवेळ ही सोईची असते. कारण त्यामुळे देशभरातील व्यवहार एकाच वेळी करणे शक्य होते.

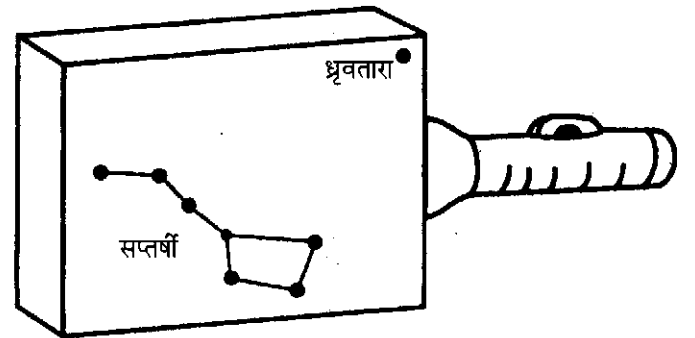
तारांगण

आकाशातील ताऱ्यांचे फिरणे प्रत्यक्षात पृथ्वीच्या प्रदक्षिणेमुळे भासमान असते. तारांगणाची छोटी प्रतिकृती बनवा.

साहित्य : पुढ्याचे रिकामे खोके. विजेरी, कात्री, काळी छत्री, खडू, पांढरी पेन्सिल, चिकटपट्टी, ताऱ्यांचे नकाशे, काळा कागद, टाचण्या.

कृती :

१. ताऱ्यांचे नकाशे वर्तमानपत्रामध्ये वेळोवेळी छापलेले असतात ते कापून ठेवा. त्यांमधील प्रमुख तारकासमूह वापरा. सप्तर्षी, अरुंधती, मृगनक्षत्र व इतर अनेक

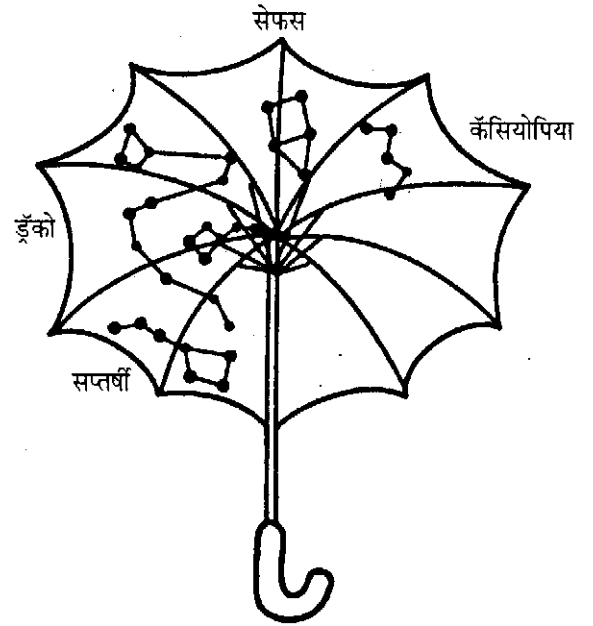


तारकासमूह स्वतंत्रपणे दाखवता येतील. प्रत्यक्षात क्रांतिवृत्तावरील २७ नक्षत्रे (भारतीय पंचांगाप्रमाणे) स्पष्टपणे दाखवता येतात.

- पुढ्याचे खोके रिकामे करून त्याला बाहेरून काळा कागद लावा. एका बाजूला आत विजेरीचा झोत टाकता येईल असा गोल कापा अन् त्यामध्ये विजेरीचा दिवा घाला. दांडा आणि बटण आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे बाहेर ठेवा. खोक्याच्या उरलेल्या पाच बाजूंवर तारकासमूहाची चित्रे ठेवून ताऱ्यांच्या जागी टाचणीने भोके पाडा. एका कोपऱ्यात उत्तर ध्रुवापाशी भोक पाडा आणि तारकासमूहाची दिशा बरोबर ठेवून भोके पाडा. हा खोका काळोखात ठेवून विजेरी पेटवली तर फक्त भोकातून प्रकाश बाहेर येतो आणि आपल्याला तारकासमूह प्रकाशताना दिसतो. अंगणात वा माळावर जाऊन खोक्यातील तारांगण पाहून प्रत्यक्ष आकाशातील तारकासमूह शोधा. आकृतीमध्ये सप्तर्षी तारकासमूह दाखवला आहे.

तारांगण हा अर्धवर्तुळाकार छत्रीप्रमाणे घुमट असतो आणि त्याच्या आतील बाजूस वेगवेगळे तारकासमूह उत्तर ध्रुवताऱ्याभोवती फिरताना दिसतात. प्रत्यक्षात हे तारकासमूह स्थिर असतात, पण सूर्य ज्याप्रमाणे फिरताना दिसतो, त्याप्रमाणे तारांगण फिरताना दिसते. छत्रीवर तारे प्रकाशगोलाच्या रूपात दिसतात अन् मध्याभोवती उत्तर ध्रुवतारा काढून बाकी तारासमूह विजेरी फिरवून त्याभोवती फिरलेले दिसू शकतात. त्याचप्रमाणे छत्री घड्याळाच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेने फिरवली तर तारे पूर्वेकडून उगवतात अन् पश्चिमेकडे मावळतात हे प्रात्यक्षिकही पाहता येते.

- काळ्या कागदाचा गोल कापून त्यावर मध्यभागी उत्तरध्रुव तारा अन् त्याच्या बाजूला योग्य दिशा ठेवून इतर तारकासमूह प्रथम आखून घ्या. ताऱ्यांच्या जागी भोके पाडा. कागद जाड असावा म्हणजे विजेरीवर कागद ठेवून ती पेटवली की फक्त भोकातूनच प्रकाश येईल. मधला गोल ठेवून बाकी विजेरी काळ्या कागदात गुंडाळा. छत्रीच्या दांड्यापाशी विजेरी धरून पेटवली तर भोकातून प्रकाश बाहेर येईल आणि छत्रीच्या उघडलेल्या काळ्या घुमटावर प्रकाशाचे गोल उमटतील. असे अनेक गोल कापून छत्रीच्या आतील भागावर एकानंतर एक तारांगणातील समूह आपण पाहू शकतो. ताऱ्यांचा नकाशा वापरून विजेरीवर ठेवायच्या गोल चकत्या प्रथम बनवा आणि पाहा. नंतर आकाशात ते समूह शोधा. छत्री सावकाश घड्याळाच्या काट्याच्या उलट दिशेने फिरवली तर तारकासमूह रात्री कसे फिरतात याचे प्रात्यक्षिक पाहता येते.



या विभागामध्ये रात्रीचे आकाशदर्शन कसे करावे, याबद्दल काही कृती दिलेल्या आहेत. तारे, ग्रह यांनी युक्त असे आकाश दिवसा सूर्यप्रकाशामुळे दिसू शकत नाही. ताऱ्यांची संख्या अगणित आहे. त्यांतील प्रमुख तारे, तारकासमूह, बारा राशी, सत्तावीस नक्षत्रे इ. कसे पाहावे याबद्दल काही कृती दिलेल्या आहेत. आकाशातील ताऱ्यांबद्दल फार पूर्वीपासून मानवाला कुतूहल होते. त्यांच्या फिरण्याबद्दल, तेजस्वितेबद्दल मानवाने फार पूर्वीपासून पाहणी करून टिपून ठेवलेले आहे. काही आकाशस्थ तारे आणि मानवी आयुष्य, पृथ्वीवरील घटना यांचा संबंध लावला गेला, पण त्याला शास्त्रीय आधार काही नाही.

या ताऱ्यांचे अस्तित्व अनादिअनंत काळापासून आहे. मानवाने आकाशातील ताऱ्यांची स्थाने जोडून काल्पनिक आकृती तयार केल्या. त्यांच्याशी काही कथाही निगडित केल्या. त्यांतील ध्रुवताऱ्याची कथा तुम्हांला ठाऊक आहे. ध्रुवतारा हा देवाकडून अढळपद मिळविणारा राजपुत्र आहे, अशी कथा मानली जाते. बाकी सर्व तारे हलतात; पण हा तारा स्थिर आहे, यावरून ही कथा रचली गेली असावी. प्रत्यक्षात मात्र पृथ्वीचे भ्रमण ज्या आसाभोवती होते त्याच्या सरळ रेषेत हा ठळक तारा असल्यामुळे वर्षाचे बारा महिने उत्तर गोलार्धात एका ठिकाणापासून त्याची जागा स्थिर आहे.

ध्रुवतारा शोधणे ही कृती या भागात दिलेली आहे. त्याच्या स्थानावरून दिशा ओळखता येतात आणि दिशा कळल्या की बारा राशीपैकी त्या वेळी आकाशात असतील ते तारकासमूह ओळखणे सोपे जाते. सूर्याभोवती फिरणारे काही ग्रह साध्या डोळ्याने दिसतात, काही पाहण्यासाठी दुर्बिणीची गरज असते. तसेच काही वेळा धूमकेतू दिसतो. रोज पाहून त्याचा मार्ग कळू शकतो.

प्रत्येक ऋतूत आकाश वेगळे दिसते, तारकासमूह वेगळे असतात. एक वर्षात पृथ्वी सूर्याभोवती एक फेरी पूर्ण करते म्हणून एका ठिकाणाहून दिसणारे आकाश दर वर्षाच्या त्या महिन्यात सारखेच असते. दिवसा ज्याप्रमाणे सूर्य पूर्वेला उगवताना आणि पश्चिमेला मावळताना दिसतो त्याप्रमाणे रात्री तारे पूर्वेला प्रथम दिसतात आणि रात्र उलटत जाते तसे पश्चिमेकडे सरकत क्षितिजापार जातात. प्रत्यक्षात तारे स्थिर असतात. पृथ्वीच्या भ्रमणामुळे आपल्याला तसा भासतो.

थोड्या सरावाने आणि आकाशदर्शनाचा तक्ता बरोबर असेल तर वेळ, दिशा आणि प्रत्यक्ष तारे यांचा मेळ घालता येतो. पुस्तकात वा चित्रातील तारकासमूह प्रत्यक्ष आकाशात पाहून शोधणे आनंददायी छंद आहे.

पूर्वतयारी

आकाशातील तारे पृथ्वीपासून अब्जावधी किलोमीटर अंतरावर आहेत. तरीसुद्धा आपण त्यांना रात्रीच्या आकाशात पाहू शकतो.

साहित्य : वही, पेन्सिल, दुर्बीण, नकाशे, विजेरी, लाल कागद.

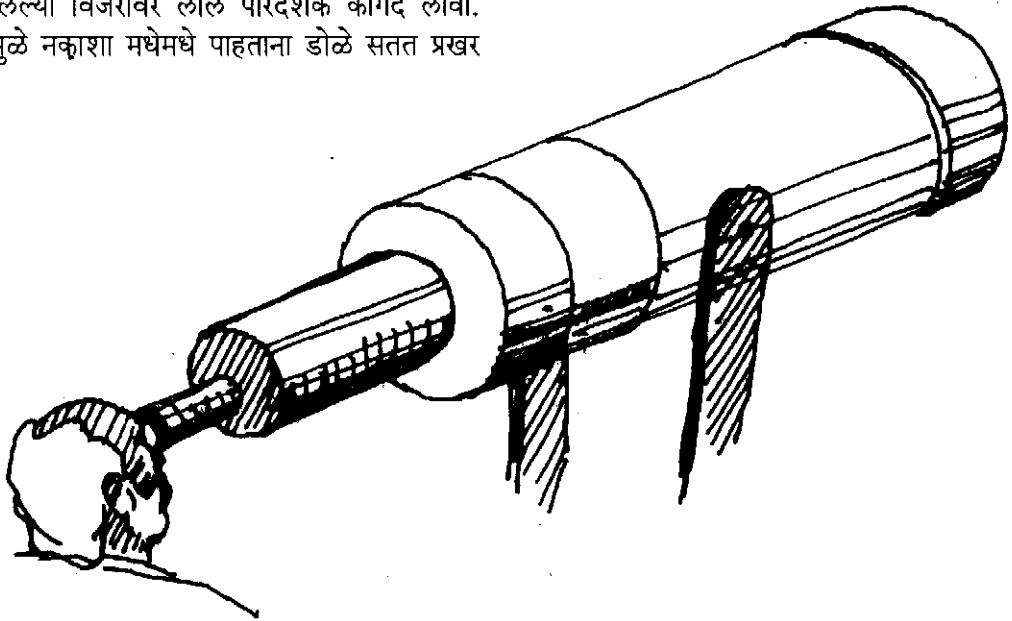
कृती :

- अनेक वर्तमानपत्रांच्या पुरवणीमध्ये 'या महिन्याचे आकाश दर्शन' या नावाचे सदर दिलेले असते. बारा महिन्यांची चित्रे कापून ठेवली तर फारच चांगले. बाजारात राशीच्या तारकासमूहाची चित्रे, नक्षत्रांची चित्रे मिळतात ती आणून वापरली तरी चालेल.
- आकाशदर्शनासाठी ढगाळ, धूळ, धुके, धूर नसलेली स्वच्छ रात्र असली पाहिजे. पौर्णिमेचा चंद्र आकाशात असेल तर अनेक तारे त्याच्या प्रकाशात दिसू शकत नाहीत. अमावास्येच्या रात्री इतके तारे दिसतात की नव्याने सुरुवात करणारा गोंधळून जातो. पौर्णिमा उलटल्यावर पाचसहा दिवसांनी संध्याकाळी साडेसात ते चंद्र उगवेपर्यंतच्या काळात किंवा अमावास्येनंतर तीनचार दिवसांनी चंद्रकोर आकाशात असताना तारे चांगले दिसतात.
- तारे पाहताना जवळपास प्रखर दिवे नसावेत. शक्यतो गावाबाहेरचे मैदान, टेकडी यांवरून उन्हाळ्यात वा पावसाळा पूर्ण संपल्यानंतर निरभ्र आकाश पाहा. सोबत असलेल्या विजेरीवर लाल पारदर्शक कागद लावा. त्यामुळे नकाशा मधेमधे पाहताना डोळे सतत प्रखर

प्रकाश, काळोख यांतील बदलाला पटकन सरावतील. पहिली दहा ते पंधरा मिनिटे डोळे काळोखाला सरावले की मग तारे स्पष्ट दिसतील. मान वर करून अवघडते म्हणून चटईवर झोपून तारे पाहणे सोईचे होते.

- नकाशे, चित्रे तुमच्याजवळ ठेवा आणि वहीत नोंदी करताना तारीख आणि वेळ घाला. आकाशातून जाणारी विमाने, उपग्रह, उत्का इ. प्रथम दिसतात. हलणारा तारा विमान असेल तर सोबत लाल दिवा उघडझाप करेल. उपग्रह भराभरा सरकतात आणि ताऱ्यांसारखेच दिसतात. तारा पाहताना प्रथम सरळ पाहा आणि नंतर डोळ्याच्या कोनातून तिरका पाहा. रात्रीच्या वेळी डोळ्याच्या पटलावरील मज्जापेशी मध्यापेक्षा कडेला जास्त संवेदनशील असतात त्यामुळे डोळ्याच्या कोपऱ्यातून तारे स्पष्ट दिसतात.

आकाशात अब्जावधी तारे आहेत. शहराच्या मध्यभागातून गच्चीवरून पाहिले तर त्यांतील फार थोडे म्हणजे २५० ते ३०० तारे दिसू शकतात. पण शहराबाहेर आसपास उजेड नसलेल्या जागी साध्या डोळ्यांनी ३००० तारे दुर्बिणीशिवाय पाहता येतात. त्यांतील ९९% तारे तर सूर्यापेक्षा जास्त प्रकाशमान आहेत, तेजस्वी आहेत. पण दूर अंतरामुळे त्यांचा प्रकाश आपल्याला मंद दिसतो.



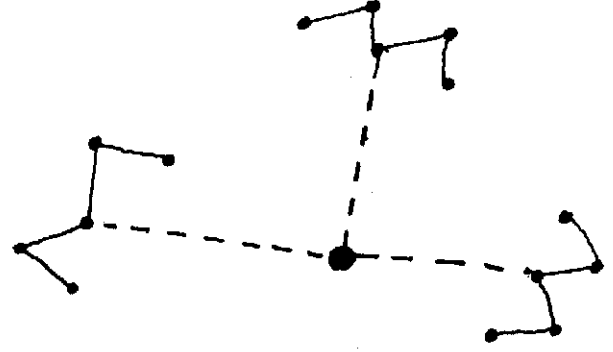
प्राथमिक आकाशदर्शन

उत्तर गोलार्धातील आकाशात ध्रुवतारा शोधणे ही पहिली पायरी आहे. नेहमी तो एकाच जागी स्थिर असा दिसतो. ग्रह आणि तारे यांतील फरक चटकन ओळखता येतो. या दोन गोष्टी प्रथम शोधा.

साहित्य : दुर्बीण, नकाशा, विजेरी.

कृती :

- ग्रह आकाशात सूर्यास्त झाल्यावर लगेच दिसतात. सूर्यास्ताच्या वेळी अन् पहाटे उठून पाहिले तर मोठा, पांढरा, तेजस्वी दिसणारा शुक्रतारा सहज ओळखता येतो. पूर्वेला सूर्योदयाच्या वेळी अन् पश्चिमेला सूर्यास्ताच्या वेळी दिसणारा शुक्रतारा चंद्रानंतर सर्वांत तेजस्वी दिसणारा गोल आहे. गुरू मोठा, तेजस्वी पण पिवळसर दिसतो. दुर्बिणीतून पाहिले तर गुरूचे एका रेषेत असलेले चंद्रही दिसतात. शनी पिवळसर आहे. त्याच्याभोवती असलेली कडी पाहण्यासाठी दुर्बिणीची गरज आहे. मंगळ लालसर दिसतो. ग्रह शोधताना नकाशा वापरा. एकाच वेळी असे महिनाभर रोज पाहिले तर ग्रह पश्चिमेकडे सरकताना दिसतात. सर्वच आकाश पश्चिमेकडे सरकते. ग्रह ओळखण्यासाठी त्यांच्याकडे सतत नजर रोखून पाहा. त्याचा प्रकाश एकसमान राहतो. तारे अशाच तऱ्हेने पाहिले तर लुकलुकतात. त्यांचे तेज कमीजास्त होते.
- ध्रुवतारा ओळखण्यासाठी आकाशात सप्तर्षी (बिग डिपर) प्रथम शोधा. सात तारे पतंगासारख्या आकारात ठळकपणे दिसतात (आकृती पाहा.). यांतील पहिले दोन तारे जोडून ती रेषा पुढे साडेपाच पट वाढवली तर उत्तरध्रुव ओळखता येतो. उत्तरध्रुव हासुद्धा सात ताऱ्यांच्या समूहातील शेवटचा तारा आहे. हा समूह ध्रुवमत्स्य (लिटल डिपर) या नावाने ओळखला जातो. ध्रुवमत्स्य समूहही पतंगाच्या आकाराचा आहे. पण हे तारे जवळजवळ आणि सप्तर्षीपेक्षा लहान आकारात आहेत. डिसेंबर महिन्यात पहाटे सप्तर्षीच्या साहाय्याने ध्रुवतारा ओळखता येतो.
- सप्तर्षीच्या बरोबर विरुद्ध बाजूला इंग्रजी 'एम' या आकारात पाच ताऱ्यांचा समूह आहे. त्यांना 'शर्मिष्ठा' या नावाने ओळखले जाते. डिसेंबर महिन्यात रात्रीच्या वेळी या नक्षत्राच्या साहाय्याने ध्रुवतारा ओळखता



येतो. या शर्मिष्ठा (कॅसिओपिया) नक्षत्राच्या तिसऱ्या व चौथ्या ताऱ्याला जोडले अन् त्या रेषेला लंबरेषा काढली तर ती उत्तर ध्रुवापर्यंत पोचते. कोणत्याही रात्री कधीही शर्मिष्ठा किंवा सप्तर्षी यांपैकी एकतरी तारकापुंज आकाशात दिसतो. त्याचा उपयोग करून ध्रुवताराच्या तारकापुंज (अथवा ध्रुवमत्स्य) ओळखता येतो. ध्रुव समजला की दिशा समजतात. ध्रुव क्षितिजावर किती अंशावर आहे, हे शोधण्यासाठी क्षितिज शून्य अंशावर तर डोक्यावरती ९० अंश असे आकाश समजून कोन काढा. पृथ्वीच्या तितक्याच उत्तर अंशावर आपले ठिकाण आहे असा निष्कर्ष काढता येतो.

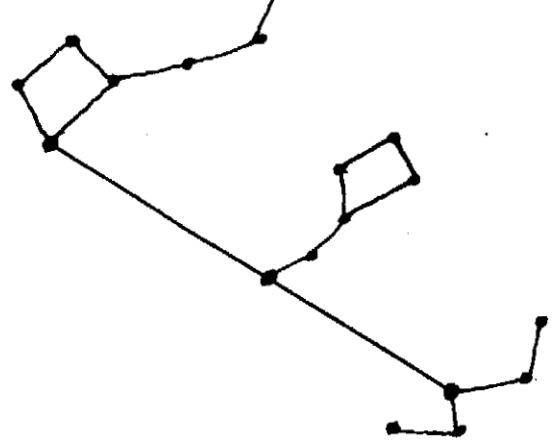
तारे आणि ग्रह यांतील फरक ओळखण्यासाठी आठवडाभर रोज आकाशनिरीक्षण करा. ग्रह आणि तारे एकमेकांच्या सापेक्ष सरकत असतात. ग्रहाचा प्रकाश समान सतत दिसतो तर तारे लुकलुकतात. तारे दूर असल्याने त्यांच्यापासून येणारे किरण वातावरणातील हवेच्या कणावर पडून दिशा बदलतात म्हणून लुकलुकताना दिसतात. ग्रह परप्रकाशित असल्याने आणि जवळ असल्याने हा परिणाम नगण्य असतो. दुर्बिणीतून पाहिले तर तारे कणासारखे, बिंदुवत दिसतात, तर ग्रह चकतीसारखे दिसतात.

ध्रुवतारा - हा उत्तर ध्रुवाच्या रेषेत असल्याने नेहमी एकाच ठिकाणी दिसतो. त्याचे आकाशातील स्थान अक्षांशावर अवलंबून असते. विषुववृत्तावरून तो क्षितिजावर दिसतो. जसजसे उत्तरेकडे जावे तसतसे त्याचे स्थान वर वर चढत (कोन वाढत) उत्तर ध्रुवावर तो डोक्यावर दिसतो. तसा ध्रुवतारा जास्त प्रकाशमान नाही, पण त्याचे स्थान स्थिर आहे. बाकी सर्व आकाश या ताऱ्याभोवती घड्याळाच्या काट्याच्या उलट दिशेने सावकाश फिरते. वर्षाला एक प्रदक्षिणा पूर्ण करते. प्रत्यक्षात सर्व आकाश स्थिर राहते आणि पृथ्वी एक प्रदक्षिणा

(सूर्याभोवती) पूर्ण करते.

'तारकासमूह' म्हणजे विशिष्ट तारे जोडून तयार केलेली एक आकृती. या आकृतीला नाव दिलेले असते. प्राणी, राजेमहाराजे यांच्या कथा ही या समूहाभोवती गुंफलेल्या आहेत. प्रत्यक्षात हे तारे एकमेकांपासून आणि पृथ्वीपासून वेगवेगळ्या अंतरावर आहेत, पण आकाश ही एक मोठी छत्री मानली तर दिसताना हे समूह एका पातळीवर दिसतात. आंतरराष्ट्रीय खगोल संस्थेने संपूर्ण आकाशात असे ८८ समूह मानून त्यांना नावे दिलेली आहेत. त्यांपैकी सप्तर्षी, ध्रुवमत्स्य, शर्मिष्ठा हे समूह ध्रुवतारा शोधण्यासाठी वापरले जातात.

सप्तर्षी आणि मृगनक्षत्रातील व्याध या दोन ताऱ्यांच्या साहाय्याने आकाशातील सर्व समूह वर्षातील विविध महिन्यांत शोधता येतात.



पृथ्वी स्वतःभोवती फिरत असल्यामुळे रात्रीच्या वेळी जे तारे पूर्वेकडे दिसतात ते पहाटेपर्यंत पश्चिमेला सरकतात आणि सूर्य उगवला की त्याच्या प्रकाशामुळे 'मावळतात'. त्याचप्रमाणे पृथ्वी सूर्यप्रदक्षिणा करते त्याचा परिणाम म्हणून संपूर्ण आकाश अथवा खगोल उत्तर ध्रुवाभोवती बारा महिन्यांत एक प्रदक्षिणा घालते. त्यामुळे प्रत्येक महिन्यात दिसणारे आकाश ताऱ्यांच्या बदलत्या जागेमुळे वेगळे असते. त्या त्या महिन्यातील नकाशा वापरून तारे व तारकासमूह ओळखावे लागतात.

राशी आणि नक्षत्रे

सूर्य आकाशातून ज्या मार्गाने फिरतो त्याला 'क्रांतिवृत्त' अथवा 'आयत्तिक वृत्त' (झोडीयॅक) असे म्हणतात. त्या मार्गावरील तारकासमूह पाहा.

साहित्य : तारकासमूहांचा नकाशा, दुर्बीण.

कृती :

१. क्रांतिवृत्ताचे समान बारा भाग केलेले आहेत आणि त्या प्रत्येक भागाला 'राशी' असे म्हणतात. सूर्य प्रत्येक राशीत एक महिना असतो. पूर्ण आकाशाचे, ३६० अंशांचे १२ भाग केले तर प्रत्येक भाग ३० अंशांचा असतो. या तीस अंशांत ताऱ्यांचे समूह विशिष्ट तऱ्हेने जोडून त्याला काल्पनिक आकार देऊन या राशींना नावे दिलेली आहेत.

- | | |
|-------------------|--------------------|
| १. मेष (एरिस) | २. वृषभ (टॉरस) |
| ३. मिथुन (जेमिनी) | ४. कर्क (कॅन्सर) |
| ५. सिंह (लिओ) | ६. कन्या (व्हर्गो) |

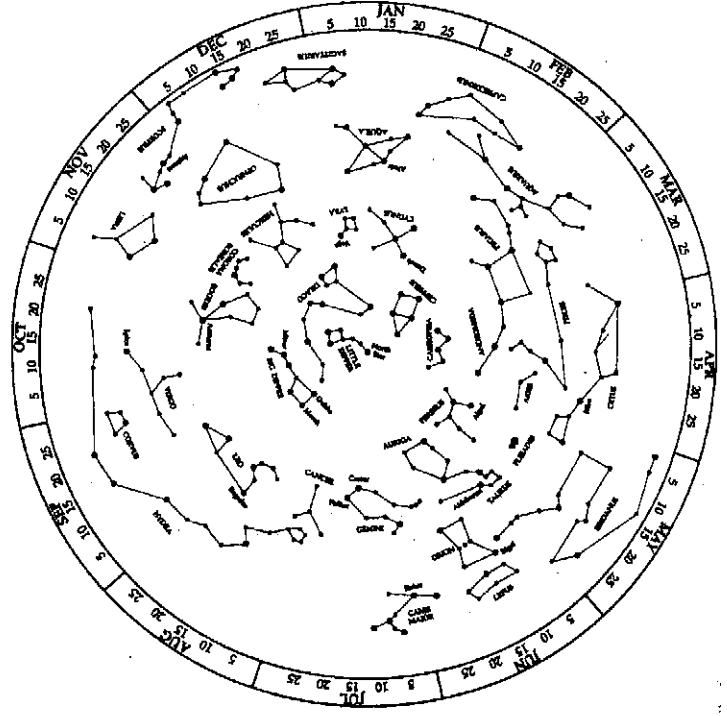
- | | |
|----------------------|-------------------------|
| ७. तूळ (लिब्रा) | ८. वृश्चिक (स्कॉर्पियन) |
| ९. धनु (सॅंजीटेरियस) | १०. मकर (कॅप्रिकॉर्न) |
| ११. कुंभ (अक्वेरियस) | १२. मीन (पिसेस) |

सूर्योदयाच्या वेळी वा सूर्यास्ताच्या वेळी हे तारकासमूह पाहता येतात. सूर्य ज्या राशीत उगवतो ती त्याची रास मानली जाते. बाकी अकरा राशी क्रमाने क्रांतिवृत्तावर येतात. एका वेळी आपल्याला आकाशात सहा राशी दिसू शकतात; क्षितिजावरील एखादी दिसू शकत नाही.

मेष, वृषभ, मिथुन, कर्क, सिंह, कन्या, तूळ, वृश्चिक, धनु, मकर, कुंभ, मीन. तारकासमूह जोडून अशी काल्पनिक चित्रे निर्माण केलेली आहेत. या राशी क्रांतिवृत्तावर असल्याने आकाशनिरीक्षण करताना सोपे जाते.

२. चंद्रमार्ग आणि सूर्यमार्ग आकाशात पृथ्वीच्या सापेक्ष समान आहेत. पृथ्वी आणि चंद्राच्या कक्षेच्या पातळीत

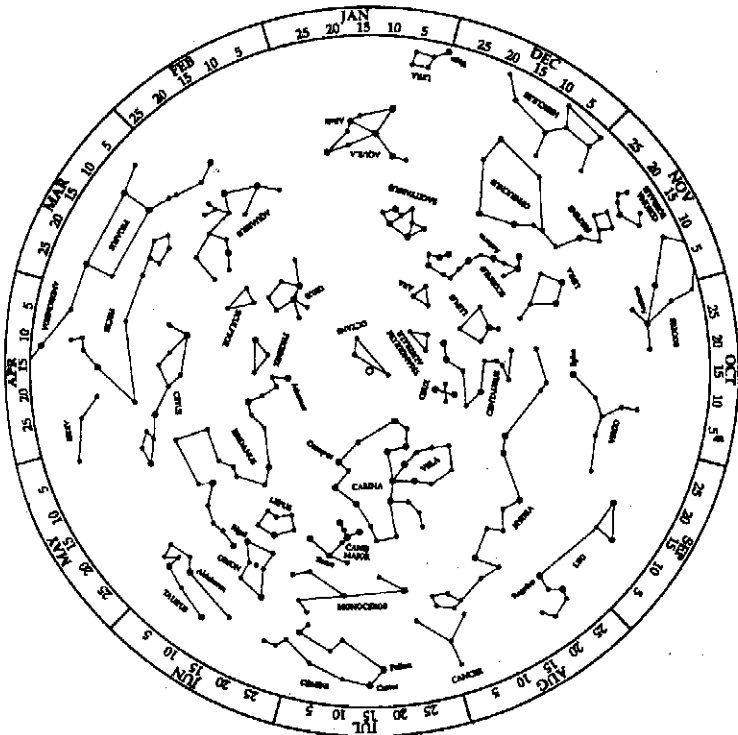
कोन असल्याने, आणि पृथ्वीचा आस सूर्याभोवती भ्रमण करण्याच्या पातळीशी कोनात असल्याने सूर्यचंद्र आकाशात एकाच दिशेने फिरताना दिसले तरी त्यांच्या उन्हाळ्यातील आणि हिवाळ्यातील स्थानांत फरक असतो. त्यामुळे क्रांतिवृत्ताला रुंद असा पट्टा येतो. या पट्ट्याचे २७ भाग केलेले आहेत आणि प्रत्येक भागाच्या तारकासमूहाला विशिष्ट आकार व नाव दिलेले आहे. त्यांना 'नक्षत्रे' म्हणतात. ३६० अंशांचे २७ भाग केले तर प्रत्येक भाग १३ १/३ अंशांचा येतो. चंद्र एका नक्षत्रात एक दिवस असतो. राशीची योजना सूर्याचा मार्ग धरून केली आहे तर नक्षत्रांची योजना चंद्राचा मार्ग धरून केलेली आहे. सूर्यास्ताच्या वेळी पूर्व क्षितिजावर जे नक्षत्र असते, त्या नक्षत्रात पौर्णिमेच्या दिवशी चंद्रोदय होतो. त्यावरून महिन्यांची नावे निश्चित केली आहेत. स्वच्छ, निरभ्र आकाश असेल तर एका वेळी १२ ते १३ नक्षत्रे आकाशात दिसू शकतात. नकाशाच्या साहाय्याने त्यांच्या आकृती पाहून ते तारकासमूह शोधता येतात.



नक्षत्रांची नावे आणि भारतीय महिन्यांची नावे पुढे दिलेली आहेत.

अश्विनी (आश्विन)	मघा (माघ)	मूळ
भरणी	पूर्वा फाल्गुनी	पूर्वाषाढा (आषाढ)
कृत्तिका (कार्तिक)	उत्तरा फाल्गुनी(फाल्गुन)	उत्तराषाढा
रोहिणी	हस्त	श्रवण (श्रावण)
मृग (मार्गशीर्ष)	चित्रा (चैत्र)	धनिष्ठा
आर्द्रा	स्वाती	शततारका
पुनर्वसू	विशाखा (वैशाख)	पूर्वा भाद्रपदा(भाद्रपद)
पुष्य (पौष)	अनुराधा	उत्तरा भाद्रपदा
आश्लेषा	ज्येष्ठा (ज्येष्ठ)	रेवती

नक्षत्रांपैकी मृग नक्षत्र अगदी विशिष्ट अशा तऱ्हेने दिसते. मृगाचे चार खूर, त्याला लागलेला बाण (मध्यभागी तीन तारे) आणि ती रेषा सरळ वाढवली तर दिसणारा व्याध (सिरियस) हा समूह अगदी स्पष्ट दिसतो.



- शाळेंमध्ये 'विज्ञान' हा विषय 'अभ्यासा'चा असतो.
 - या पुस्तकात हाच विषय 'छंद' म्हणून येतो.
 - निरनिराळ्या प्रयोगातून वैधक पद्धतीनं विज्ञानाच्या अभ्यासासाठी हे पुस्तक मानसिक शिस्त निर्माण करतं.
 - मुलांना विज्ञानशिक्षित करताना त्यांच्या चांगल्या बाजूंचाच उपयोग करायला हे पुस्तक शिकवतं.
 - विज्ञानाच्या चुकीच्या वापराबाबतीतही हे पुस्तक सजगता निर्माण करतं.
- आणि तरीही हे सहज रंजक, माहितीपूर्ण पुस्तक केवळ 'शालेय' विद्यार्थ्यांसाठी नाही, तर पाठकांमधल्या 'शिक्षकां'साठी आणि शिक्षकांमधल्या 'पाठकां'साठीही आहे.

राजहंस प्रकाशन आणि स्कॉलॅस्टिक इंडिया (प्रायव्हेट) लि.
यांच्या संयुक्त विद्यमाने

